

# أساسيات علوم الأشجار الخشبية

الإشراف: الدكتور  
طارق عبد الحميد عمران

الدكتور  
أحمد محمد البجة

الدكتور  
حسني عبد العظيم أبو جازية

الدكتور  
أحمد عاصي عامر

قسم الأشجار الخشبية وتكنولوجيا الأخشاب  
كلية الزراعة - جامعة الإسكندرية

2002

مكتبة بستان المعرفة  
لطباعة ونشر وتوزيع الكتب

كفر الدويار - الخنادق ٢٢٨ ٢٢٤ - ٢٢٥



# أساسيات علوم الأشجار الخشبية

أ.د/ طلعت عبد الرحمن عمران

د/ حسنى عبد العظيم أبو جازية د/ أحمد محمد البحه

د/ أحمد على عامر

قسم الأشجار الخشبية وتكنولوجيا الأخشاب

كلية الزراعة - جامعة الإسكندرية

٢٠٠٢

الناشر

بستان المعرفة

لطبوع ونشر وتوزيع الكتب

كفر الدوار - الحدائق ☎ : ٢٢٤٢٢٨



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



# مُقَدِّمَةٌ

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله رب العالمين

ويعبد،

تعد الأشجار الخشبية ذات أهمية في حماية البيئة والمحافظة على التوازن البيئي خاصة بالمناطق الجافة كما هو الحال في مصر وغيرها من الدول العربية، بالإضافة إلى الفوائد المباشرة الأخرى التي يتم الحصول عليها منها ولهذا كان لابد من وجود مرجع يحتوى على الأساسيات الخاصة بعلوم الأشجار خاصة ما يتعلق بالعوامل التي يحدد على أساسها اختيار النوع لمنطقة ما وإنشاء مصدات الرياح و تثبيت الكثبان الرملية وكيفية نمو الأشجار وتقدير أحجامها وهي معلومات لاغنى عنها للمتخصصين في هذا المجال بالإضافة إلى الطلبة الذين يدرسون مادة الأشجار الخشبية بكلية الزراعة جامعة الإسكندرية وغيرها من الجامعات الأخرى ومن هنا كان هذا الكتاب ضروريا لسد العجز في هذا المجال من المعلومات المتعلقة بالأشجار والذي تحتاج إليه المكتبة العربية بصفة عامة.

نأمل من الله أن يكون هذا الكتاب ذو نفع بالنسبة للدارسين والعاملين في مجال الأشجار الخشبية ولكل من يرغب في تفهم دور الأشجار في المحافظة على النظام البيئي بالمناطق الجافة والله ولي التوفيق،

الأستاذ الدكتور/ طلعت عبد الحميد عمران  
الدكتور/ حسنى عبد العظيم أبو جازية  
الدكتور/ أحمد محمد البحه  
الدكتور/ أحمد على عامر



## **الباب الأول**

### **الفصل الأول**

## **الغابة تعريفها ونشأتها**

### **الفصل الثانى**

**العوامل المحددة لانتشار وأهمية الأنواع**



# الباب الأول

## الفصل الأول

### الغابة تعريفها ونشأتها

#### تعريف الغابة:

أهتم المشتغلون بالغابات في وضع تعريف للغابة ومن التعريفات المستخدمة أنها عبارة عن مجتمع نباتي يشغل مساحة من الأرض تكون الأشجار العنصر الرئيسي الملائم به.

#### تركيب الغابة:

وتتركب الغابة بشكل عام من الأشجار والشجيرات وهي تمثل النباتات السائدة بها بالإضافة إلى النباتات الزاحفة والمتسلقات والأعشاب والمرخس والطحالب والفطريات والبكتريا والصور النباتية الأخرى بالإضافة إلى الحيوانات والطيور وباقي صور المملكة الحيوانية.

#### نشأة الغابة:

نشأت الغابات نتيجة عملية التعاقب النباتي التي تنتهي بتكوين تركيب ذروي هو الغابة والذي يكون متلائم مع المناخ والأرض وله القدرة على تجديد نفسه طبيعياً وقد يبدأ التعاقب النباتي على بيئة مائية ويأخذ مراحل مختلفة هي مرحلة النباتات المغمورة -مرحلة النباتات الطافية-مرحلة النباتات البرمائية -مرحلة مروج السمار وبعد هذه المرحلة يأخذ التعاقب أحد اتجاهين تبعاً للظروف المناخية فإذا كانت كمية الترسيب (الأمطار ومصادر المياه الأخرى) كافية فإن المرحلة التي تلي المراحل

السابقة تكون المرحلة الشجرية يليها مرحلة الغابة الذروية أما إذا كانت كمية الترسب قليلة والبحر شديد فإنه يأخذ اتجاه التعاقب الملحي (الذى يميز البيئات الملحية).  
 أيضاً قد يبدأ هذا التعاقب على بيئة جافة مثل الصخر أو الرمل ويأخذ عدة مراحل هي مرحلة الأشن القشرية يليها الأشن الورقية يليها مرحلة الأعشاب الحولية ثم مرحلة الأعشاب المعمرة يليها المرحلة الشجرية ثم مرحلة الغابة الذروية وعلى هذا نجد أن عملية التعاقب تبدأ على بيئة مائية أو جافة وتنتهى ببيئة متوسطة الأحوال المائية وبناء على ذلك تعرف الغابة التى تكونت نتيجة للمناخ بأنها تركيب ذروى ينمو على أرض ناضجة ومستوفى مع المناخ وله القدرة على تجديد نفسه طبيعياً ونجد أن الأنواع التى تتكون منها تختلف تبعاً لاحتياجاتها المائية وقد نشأت معظم الغابات بهذه الطريقة.  
 أيضاً نشأت بعض الغابات نتيجة للعوامل الفسيوغرافية مثل انحدار الأرض والارتفاع وهذه الغابات لا تعتبر ذروة حقيقية حيث يمكن أن تنهدم إذا تهم العامل المسبب لتكوينها ومثل هذه الغابات تسمى ذروة فسيوغرافية وليست ذروة مناخية هذا ويطلق على الغابة في الدول العربية لفظ غابة، حرج، دغل، حرش.

#### أنواع التعاقب:

أ- التعاقب الأبتدائى Primary succession: وهو يبدأ إما من بيئة جافة أو

رطبة (مائية) ويمكن تلخيصه فى الشكل التالى

جافة Xeric ← متوسطة Mesic → مائية Hydric

والمرحلة إلى Mesic هى التى تمثل الشكل الذى تحته الغابات فى شكلها

الحالى والوصول إلى هذه المرحلة قد يستلزم ملايين السنين.

ب- التعاقب الثانوى Secondary succession وهو يحدث فى أرض كانت ممثلة

بالغابات وتعرضت للتدهور بأى وسيلة مثل الحرائق والأوبئة وغيرها

وكونت جيل جديد.

### توزيع الغابات بالعالم:

تعتبر الغابات من الموارد الطبيعية المتجددة التي تتعرض للاستهلاك والتناقص نتيجة للطلب المتزايد على منتجاتها ولهذا فمن المهم وجود معلومات حديثة ودقيقة عن الغابات بالعالم لمعرفة الوضع الحالي للغابات والعوامل التي قد تؤثر عليها في المستقبل والوسائل التي يجب اتخاذها لضمان المحافظة عليها وإدارتها إدارة مستمرة تمكن من الحصول على المنتجات والخدمات المتحصل عليها منها، ويقصد بكلمة المنتجات الفوائد المباشرة كما يقصد بالخدمات الفوائد غير المباشرة.

ويجدر الإشارة بأن مؤتمر الأمم المتحدة للبيئة والتنمية الذي عقد في ريو دي جانيرو في يونيو ١٩٩٢ قد ركز على الاهتمام بالغابات خاصة الجوانب الخاصة بصيانتها وإدارتها لضمان بقائها كما تقوم منظمة الأغذية والزراعة بنفسها وبالتعاون مع المنظمات الدولية مثل اللجنة الاقتصادية لأوروبا التابعة للأمم المتحدة وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة إلى توفير صورة عامة عن موارد الغابات بالعالم على فترات قدرها عشر سنوات وذلك بناء على المعلومات القطرية الموجودة وقد أجرت المنظمة تقييم حديث لموارد الغابات في عام ٢٠٠٠ (FRA 2000) سوف تنشر نتائجه في نهاية العام نفسه أو في عام ٢٠٠١. وتبعاً للمعلومات التي نشرتها منظمة الأغذية والزراعة عن حالة لغابات بالعالم كانت مساحة الغابات بالعالم عام ١٩٩٥ حوالي ٣,٤٥٤ مليار هكتار وهو ما يعادل ٢٦,٦% من مساحة العالم موزعة كالآتي:

٥٢٠ مليون هكتار بأفريقيا أي ما يعادل ١٥% من مساحة الغابات في العالم. ٥٦٥ مليون هكتار بآسيا بما في ذلك منطقة المحيط الهادئ منها ٤٩١ مليون هكتار بالدول النامية (١٤,٢%) ، ٧٤ مليون هكتار بالدول المتقدمة. ١٤٦ مليون هكتار بأوروبا (٤,٢%). ٩٥٠ مليون هكتار بأمريكا الجنوبية بما في ذلك منطقة الكاريبي (٢٧,٥%)

٤٥٧ مليون هكتار بأمريكا الشمالية (١٣,٢%).

- كما يوجد بدول الاتحاد السوفيتي سابقاً (توجد في كل من آسيا وأوروبا) ٨١٦ مليون هكتار (٢٣,٦%).

ويوجد بالدول المتقدمة ١٤٩٣ مليون هكتار أي حوالي ٤٣,٢% من المساحة الكلية للغابات بينما يوجد بالدول النامية والتي يعد معظمها من البلدان الاستوائية ١٩٦١ مليون هكتار (٥٦,٨%).

وتبعاً لإحصاءات ١٩٩٠ تقدر مساحة الغابات الاستوائية بحوالي ١,٧٦ مليار هكتار بينما تقدر مساحة الغابات المعتدلة ١,٦٤ مليار هكتار. أيضاً يوجد أكثر من نصف هذه المساحة في ٧ دول هي الاتحاد السوفيتي سابقاً والبرازيل وكندا والولايات المتحدة والصين وإندونيسيا.

#### نصيب الفرد من الغابات:

يقدر متوسط ما يخص للفرد ٠,٧ هكتار بأفريقيا، ٠,١ هكتار بآسيا، ٣,٢ هكتار بمنطقة المحيط الهادئ بما في ذلك أستراليا ونيوزيلندا، ٠,٣ هكتار بلوروبا، ٢,٨ هكتار بالاتحاد السوفيتي سابقاً، ٢,٧ هكتار بأمريكا الجنوبية، ٨,٣ هكتار بكندا، ٠,٨ هكتار بالولايات المتحدة

إضافة إلى الغابات الطبيعية توجد للمزارع الحرجية والتي تقدر مساحتها بحوالي ٨٠- ١٠٠ مليون هكتار تبعاً لإحصاءات منظمة الأغذية والزراعة عام ١٩٩٥.

يقدر التناقص في مساحة الغابات بالعالم في الفترة من ١٩٨٠-١٩٩٥ بنحو ١٨٠ مليون هكتار بمعدل قدره ١٥ مليون هكتار سنوياً. وهذه المساحة تعبر عن الفقد في الغابات بالدول النامية والزيادة التي حدثت بالدول المتقدمة ففي هذه الفترة تناقصت مساحة الغابات بالدول النامية حوالي ٢٠٠ مليون هكتار بسبب تحويل جزء من الغابات إلى أراضي زراعية أساساً بينما زادت مساحتها بالدول المتقدمة بحوالي ٢٠ مليون هكتار نتيجة إعادة نمو الغابات المتدهورة والتي لم تعد تستغل في الزراعة.

#### الاستهلاك العالمي من الأخشاب:

لزداد الاستهلاك العالمي من الأخشاب في الفترة من ١٩٧٠-١٩٩٤ أى في الـ ٢٥ عاماً الماضية بحوالى ٩٠٠ مليون متر مكعب حيث وصل إلى حوالى ٣٤٠٠ مليون متر مكعب في عام ١٩٩٤ تمثل أخشاب للحريق (حطب الوقود) والقلم حوالى ١٨٩٠ مليون متر مكعب منها أى أكثر من ١/٢ الإنتاج العالمي من الأخشاب وتبعاً (FAO, 1997) وتسبباً لإحصاءات ١٩٩٠ يبلغ الاستهلاك العالمي ٤١٠ مليون م<sup>٣</sup> من الأخشاب المنشورة و١٢٦ مليون متر مكعب من الألواح الخشبية ، ٢٧١ مليون طن من الألياف، ٢٦٦ مليون طن من الورق والورق المقوى.

#### الغابات والزراعات الحرجية بالعالم العربى:

تعتمد الدول العربية فقيرة في ثروتها الخشبية باستثناء السودان حيث قدرت مساحة الغابات بها بحوالى ٤١،٤ مليون هكتار عام ١٩٩٥ وإن كان جزء كبير منها يده غابات استوائية جافة فقيرة في ثروتها الخشبية. وتوجد ٦ دول عربية لا توجد بها غابات طبيعية وهى مصر والكويت والبحرين ودولة الإمارات العربية المتحدة وقطر وعُمان (جدول ١).

توجد ٧ دول عربية بها أكثر من مليون هكتار من الغابات الطبيعية وهي الجزائر والعراق والمغرب والسودان وتونس والمملكة العربية السعودية واليمن.

أهم الأنواع السامية بمنطقة الشام (العراق، سوريا، الأردن، لبنان وفلسطين) هي أنواع البلوط أو السنديان وأهمها «*Quercus aegilops*»، «*Q. infectoria*»، «*Q. libani*»، «*Q. egilaps*» والإسفندان أو القيقب

*Acer spp* والشنار «*Platanus orientalis*» والبطم (السنق) وأهم أنواعه «*Pistacia atlantica*»،

*P.khinjuk* والحور خاصة الحور القراتي «*Populus euphratica*»

كما يتواجد من المخروطيات الصنوبر وأهم الأنواع التي تنمو بهذه المنطقة

«*Pinus brutia*» «*Pinus halepensis*» «*Pinus pinea*» «*Juniperus spp*» والعرعر

والسرو «*Cupressus sempervirens*» والشوح الكليكي «*Abies cilicica*».

أما الأنواع الرئيسية بمنطقة المغرب العربي فهي الصنوبر المشر أو الصنوبر الجامد

«*Pinus pinea*» والصنوبر للحطب «*Pinus halepensis*» والسرو «*Cupressus*» أشجار الـ

«*Acacia senegalensis*» وتعد المصدر الأول للصمغ العربي بالعالم أشجار الـ

«*Acacia senegalensis*» وتعد المصدر الأول للصمغ العربي بالعالم ليس إلا كما سنرى:

«*Prosopis juliflora*» البروسويس، «*Acacia raddiana*»، «*A. mellifera*»، «*A. sortilis*»

والتمر هندي «*Tamarindis indica*» والإكل أو الحل «*Tamarix aphylla*» والماهوجني

الأفريقي «*Khaya senegalensis*» والعديد من الأنواع الأخرى. أهم الأنواع بغابات

المملكة العربية السعودية الأكاسيات وأهمها «*Acacia etabica*»، «*Acacia flava*»، «*A.*

«*Juniperus phoeicea*» الحسبي، «*Salvadora persica*» «*Commiphora spp*» «*asak*»،

«*Juniperus excelsa*» بغابات المروحية والحدود.

«*Rhizophora*» «*Avicenia marina*» «*Avicenia marina*» «*Avicenia marina*»

«*Juniperus procera*» وأهم الأنواع بغابات اليمن عنبدة الأكاسيات والنبق والإكل والـ

بالبغابات المخروطية وتنمو بها نفس الأنواع الموجودة بغابات المنجروف بالمملكة

وذلك على شواطئ البحر الأحمر أيضا" بالإضافة إلى أنواع عديدة من الشجيرات أهمها

جنس الـ *Acacia* والـ *Commiphora*

جدول (١) : مساحات الغابات ومزارع الغابات بالعالم العربي والهكتار

الدولة	الغابات الطبيعية	سنة التقدير	مزارع الغابات	سنة التقدير
الجزائر	١,٣٧٦,٠٠٠	١٩٩٥	٩٧٢,٠٠٠	١٩٩٥
البحرين	لا يوجد	—	٣٤١	١٩٩٨
مصر	لا يوجد	—	٥٧,٠٠٠	١٩٩٣
العراق	١,٧٦٢,٠٠٠	١٩٩٨	١,١٩٥	١٩٩٩
الأردن	١٠٨,٩٠٠	١٩٩٣	٤٢	١٩٩٥
الكويت	لا يوجد	—	٤,٢٩٤	١٩٩٦
لبنان	٧٠,٠٠٠	١٩٩٧	—	—
ليبيا	١٩٠,٠٠٠	١٩٩٥	٢١٠	١٩٩٥
المغرب	٣,٥١٤,٠٠٠	١٩٩٥	٥٦٥	١٩٩٥
عمان	لا يوجد	—	٨٨٣	٢٠٠٠
قطر	لا يوجد	—	٤٩١	١٩٩٧
السعودية	٢,٧٠٥,٠٠٠	١٩٩٤	٣,٥٨٢	١٩٩٩
السودان	٤١,٤١٠,٠٠٠	١٩٩٥	٢٠٣,٠٠٠	١٩٩٥
سوريا	٢٣٢,٩٠٠	١٩٩٢	٢٢٢,٢٩١	١٩٩٨
تونس	٣٥٤,٠٠٠	—	٣٢٠,٠٠٠	١٩٩٥
الإمارات العربية	لا يوجد	—	٣١٣,٥٨٢	١٩٩٨
اليمن	١,٩٥٥,٠٠٠	١٩٩٣	٥,٤٠٠	١٩٩٩

المصدر:

بالنسبة للبحرين، مصر، العراق، الأردن، الكويت، لبنان، عمان، قطر، المملكة العربية

السعودية، سوريا، الإمارات العربية المتحدة، FAO.FRA.2000

اليمن : Huntings Service Co. Limited. 1993

الدول الأخرى: FOA and SOFO, 1997

## Forestry علم الغابات

يعرف علم الغابات بأنه الإدارة السليمة للأرضى المغطاة بالأشجار الخشبية لضمان استمرار حصول الأجيال الحالية والمقبلة على المنتجات والخدمات التي تعود على المجتمع بالفائدة منها بطريقة مستمرة وهذا التعريف هو الأكثر قبولاً حيث يشمل تنظيم إنتاج الغابات واستثمارها بطريقة تحقق الفوائد المرجوة منها سواء كانت منتجات خشبية أو غير خشبية مثل الثمار والفطريات والحطب وحلقاته وأيضاً والخدمات التي تؤديها مثل حماية البيئة وتحسين المناخ وزيادة الإنتاج الزراعي يرتبط هذا العلم بمجموعة من العلوم الأساسية كعلم الكيمياء والفيزياء والرياضة والبيئة والعلوم الزراعية والهندسة والاقتصاد والإحصاء والاجتماع.

أيضاً يرتبط بعلوم تطبيقية كثيرة لها صلة وثيقة بها ويلزم الإلمام بها مثل علوم إدارة المراعي وإدارة مجتمعات المياه والحياة البرية والتنسيق الطبيعي ويقسم علم الغابات إلى عدد من الأقسام يختص كل جزء منها بخاصة من النواحي التي تتعلق بهذا العلم وهي:

### ١- مجموعة علوم تنمية الغابات Silviculture

وتهتم هذه المجموعة من العلوم بالطرق الخاصة بإكثار الغابات الطبيعية والمعاملات التي تجرى عليها ابتداء من تكوين الجيل الجديد واستقرؤه حتى بداية عمليات القطع النهائية والأساس الذي تبنى عليه مجموعة علوم التنمية هو مجموعة علوم Silviculture وهو يختص بالأسس والقواعد البيئية التي تحكم نمو وتطور الأنواع الشجرية المختلفة وكذلك تفاعل الأشجار مع البيئة.

## ٢- حماية ووقاية الغابات Forest protection

ويهتم هذا العلم بحماية المجموعات الشجرية أو الغابات من العوامل التي تسبب تلفها سواء كانت عوامل طبيعية مثل الحرائق أو عوامل حيوية مثل الأمراض والحشرات وهذا العلم يعد في بعض التقسيمات أحد علوم التنمية إلا أنه نظراً لأهميته بالنسبة للغابات حيث أنها نباتات معمرة ويمكن أن يؤدي أي ضرر أثناء فترة حياتها إلى فقد المحصول بعد عدد من السنوات بحيث لا يمكن تعويضها لذا فقد اعتبر علماً مستقلاً. أيضاً يقع تحت هذا القسم المعاملات التي تجرى على الأخشاب للمحافظة عليها وحمايتها من الإصابة بالحشرات أو الفطريات أو البكتريا.

## ٣- تكنولوجيا الأخشاب Wood technology

وهو يختص بدراسة التركيب التشريحي للأخشاب وخصائصها الطبيعية والميكانيكية والكيمائية وغيره من الصفات التي تحدد استخدام الخشب وطرق تصنيعه.

## ٤- قياسات الغابات Forest mensuration

ويختص هذا العلم بطرق قياس النمو في الغابات القائمة وطرق تقدير المحصول بالغابات وتقدير النمو الكلي أو المساحة للأغابة وأيضاً قياس لقطار وأطوال وتقدير حجم الكتل المقطوعة أو التنبؤ بكمية الخشب الممكن الحصول عليها من نشر الكتل.

## ٥- إدارة الغابات Forest management

ويختص هذا العلم بالسياسة المتبعة في إدارة الغابة لضمان استمرارها والحصول على الفوائد المرجوة منها ووضع الخطط الخاصة بالغابة موضع التنفيذ ويهدف هذا العلم إلى تنفيذ الأهداف التي تتولد من أجلها الغابة.

## ٦- التصنيفات للغابات Forest economics

وهذا العلم يختص بالموائل الاقتصادية التي تحدد استخدام الغابة وقيمة الناتج الخشبي وغير الخشبي ويجب أن نضع في الاعتبار أن الفوائد التي نحصل عليها لا تشمل فقط للمنتجات الخشبية وغير خشبية التي يمكن تقدير قيمتها ولكن تشمل الخدمات التي تؤديها الغابات مثل المحافظة على مجتمعات المياه ومنع انجراف الأرض والحماية البيئية التي قد تكون أكثر قيمة من الناتج الخشبي وغير الخشبي المتحصل عليه.

بالإضافة إلى هذه الأقسام توجد تقسيمات أخرى تشمل عدد أكبر من الأقسام مثل علم تصنيف أشجار الغابات Dendrology ، وعلم مشاتل الغابات Forests nurseries والتشجير Afforestation، وعلم إدارة المراعي Range management، علم إدارة مساقط ومساو المياه Watershed management ويعد القسمين الأخيرين ذات أهمية بالدول العربية التي توجد بها غابات طبيعية حيث تعاني معظمها من الرعي الجائر بالغابات خصوصاً الغابات الجبلية التي يؤدي قطع وإزالة الغابات بها إلى ضرر لمجموعات المياه.

## أنواع الغابات:

تقسم الغابات إلى عدة أنواع تبعاً لاعتبارات خاصة مثل عمر الأشجار داخل المجموعة وعدد الأنواع النباتية الموجودة بها وتركيبها النباتي ويهدف هذا التقسيم إلى تسهيل دراستها وفيما يلي أهم هذه التقسيمات.

## ٩- التقسيم تبعاً للتركيب Composition

ويقصد بالتركيب للتركيب النباتي والتركيب النوعي.

التقسيم تبعاً للتركيب النباتي:

وفيه تقسم الغابات إلى:

#### أ- الغابات المخروطية *Coniferous forests*

وهي الغابات التي يوجد بها أكثر من ٧٥% من الغطاء التاجي من الأنواع المخروطية ويطلق على هذا النوع من الغابات أسماء مختلفة منها الغابات مستديمة الخضرة *evergreens* نظراً لأن الأنواع المخروطية مستديمة الخضرة أو الغابات ذات الأوراق الإبرية أو الغابات ذات الأخشاب الطرية *soft wood*.

#### ب- الغابات ذات الورق العريض *Broadleaved forests*

وهي الغابات التي بها أكثر من ٧٥% من الغطاء التاجي من أنواع حريضة الأوراق ويطلق عليها أيضاً الغابات النفضية أو متساقطة الأوراق *deciduous* أو الغابات ذات الأخشاب الصلبة *hardwoods*.

كما تقسم تبعاً للتركيب النوعي إلى:

#### أ- غابات نقية *Pure forests*

وهي الغابات التي ينمو بها نوع واحد من الأشجار يمثل ٧٥% أو أكثر من الأنواع الموجودة في الغابة أو عدد من الأنواع من نفس الجنس مثل أنواع الصنوبريات أو أنواع البلوط والباقى ٢٥% قد يمثله أنواع أخرى وتتميز الغابات النقية بسهولة واقتصادية إنتاجها وتجانس المنتج أما من أهم عيوبها فهي عندما تتعرض للاصابة بالكولرث تكون إصابة جماعية ولها شكل جمالى غير مرغوب.

#### ب- الغابات المختلطة Mixed forests

وهي الغابات التي لا تكون الأنواع المخروطية أو ذات الورق العريض ٧٥% من الغطاء الناتج أو تتكون من مجموعة من الأنواع مختلفة نباتياً. وقد اقترحت هذه الترميزات بواسطة مؤتمر خبراء الغابات Kotka III وهو للتقسيم المستخدم حالياً" بواسطة منظمة الأغذية والزراعة في تقييم الغابات وتتميز الغابات المختلطة بتقليل التنافس على العناصر الغذائية - إنخفاض احتمال الإصابة الشديدة بالآفات أو الكوارث - ولها شكل جمالي مرغوب أما من أهم عيوبها فتحتاج لحناية في أدائها وتحتاج خبرة أكثر.

#### ٢- التقسيم تبعاً للحالة Condition

تقسم للموارد الحرجية تبعاً لحالتها إلى

##### ١,٢- الغابات الطبيعية

وهذه تشمل كل مساحة بها غطاء نباتي تكثر من ١٠% وأكبر من ١/٢ هكتار و تتكون من أشجار يصل طولها عند النضج في موقعها إلى ٥ متر على الأقل وتشمل.

#### أ- غابات كثيفة Dense forests

وهي الغابات التي يوجد بها أكثر من طبقة تاجية أو كثافتها للتاجية أكبر من ٤٠% ويقصد بالكثافة للتاجية النسبة المئوية التي تغطيها تيجان الأشجار من مساحة الغابة.

#### ب- غابات مفتوحة Open forests

وهي الغابات التي تتراوح كثافتها التاجية من ١٠-٤٠%

## ٢،٢- الأراضي الحرجية الأخرى

وتشمل الأراضي التي تنمو بها أشجار لا يقل طولها عن ٥ متر و تتراوح كثافتها المتأجلة من ١٠-٥% أو بها شجيرات لا تصل إلى ارتفاع ٥ متر ولا يقل طولها عن ٥ و٠ متر وكثافة تأجلة أكبر من ١٠% وتقسّم إلى:

أ- الأراضي الشجرية: وتنمو بها شجيرات لا يزيد طولها عن ٥ متر وغالباً لا يكون لها تاج محدد.

١- الغابات المراحة وتشمل كل النمو الشجرى الناتج من إزالة الغابات الطبيعية وتحويلها إلى أراضي زراعية ويتكون من خليط من جيوب شجرية وأراضي زراعية لا يمكن الفصل بينهما بطريقة فعلية.

## ٣- لتقسيم تبعاً للعمر

يقصد بالتقسيم تبعاً للعمر هو تقسيم الغابات تبعاً للاختلافات في عمر الأشجار داخل الغابة وتقسّم إلى:

أ- غابات متجانسة أو متساوية العمر *Even aged forests*

وهي الغابات التي تحتوى على أشجار ذات عمر واحد تقريباً بحيث لا تزيد الفروق السنوية بين أكبر الأشجار وأصغرها عمراً عن  $\pm ٥\%$  من دورة القطع وهو السن التي تكون عنده الأشجار ناضجة وصالحة للقطع كما تعرف الغابات المتجانسة السن على أنها الغابات التي لا تزيد الفروق في أعمار الأشجار بها عن ٥-٢٠ سنة.

#### ب- غابات غير متجانسة العمر uneven aged forests

وهي للغابات التي تحتوي على أشجار مختلفة العمر من مرحلة البادرة حتى الأشجار الناضجة وقد تكون الأعمار مرتبة في فترات سنوية صغيرة داخل المجموعة مثل ١-٥ سنوات و ٦-١٠ سنوات وهكذا حتى عمر ١٠٠ سنة على سبيل المثال.

#### ٤-التقسيم تبعاً للمواقع

وفيه تقسم الغابات تبعاً لأماكن تواجدها كالآتي:

- ١- الغابات الاستوائية
- ٢- الغابات تحت الاستوائية
- ٣- غابات المناطق المعتدلة
- ٤- غابات المناطق الباردة
- ٥- الغابات القطبية وتحت القطبية

#### ٥-التقسيم من حيث الملك

تقسم الغابات تبعاً للملكية إلى:

- ١- غابات حكومية
- ٢- غابات تعاونية
- ٢- غابات تابعة للبلديات
- ٣- غابات خاصة

#### ٦-التقسيم تبعاً للغرض من استخدامها

- ١- غابات إنتاجية
- ٢- غابات وقائية (للحماية البيئية وصيانة مجمعات المياه)

٣- غابات ترويحية

٤- غابات الحماية (المحافظة على الحياة البرية والنباتية)

٧-التقسيم تبعاً للإدارة

تقسم الغابات تبعاً للإدارة إلى:

١- غابات مدارة فنياً كما في غابات أوروبا والولايات المتحدة.

٢- غابات غير مدارة فنياً كما في الغابات الاستوائية.

#### فوائد الغابات:

يمكن تقسيم الفوائد التي يتم الحصول عليها من الغابات إلى المنتجات الحرجية وهي التي يتم الحصول عليها من الغابة مباشرة بالإضافة إلى الخدمات التي تؤديها الغابات نتيجة وجودها مثل حماية موارد المياه والترويح وفيما يلي ملخص لهذه الفوائد:

المنتجات الحرجية: تقسم المنتجات الحرجية إلى منتجات حرجية خشبية ومنتجات حرجية غير خشبية.

#### ١- المنتجات الحرجية الخشبية:

أ- الخشب الخام والقحم: ويشمل الخشب الخام الأخشاب في صورتها غير المصنعة مثل أخشاب الحريق (حطب الوقود).

ب- الأخشاب المستديرة timber مثل الأعمدة ودعائم المناجم

ج- الأخشاب المنشورة lumber التي تستخدم في الأعمال الإنشائية وصناعة الأثاث والصناعات الخشبية.

د- المنتجات المحولة مثل عجينة الورق أو الألفا سليولوز.

هـ - إنتاج خشب القشرة والأبلاكاج والواح الخشب الحبيبي وعيدان الكبريت

## ٢- المنتجات الغير خشبية:

أ- الفلين: تعد دول المغرب العربي المصدر الأساسي للفلين (المغرب وتونس والجزائر) ويبلغ الإنتاج السنوي في تونس ٨٠٠٠ طن. أهم الأنواع المنتجة للفلين الـ *Quercus suber*.

ب- الأعلاف: تستخدم لوراق و ثمار بعض الأنواع الشجرية التي تكون مستساغة للحيوان وذات قيمة غذائية عالية كعلف للحيوانات مثل بعض الأشجار البقولية وأشجار الحور كما تستخدم الأعشاب والنباتات الموجودة بأرضية الغابة لهذا الغرض.

ج- الراتنجات والصمغ: وتستخرج الراتنجات من الصنوبريات كما ينتج الصمغ من أشجار الصمغ العربي لمنا *Acacia senegalensis* و في شبه الجزيرة العربية توجد الراتنجات والراتنجات الصناعية في *Boswellia* والـ *Commiphora* التابعة للعائلة *Burseraceae* . وتنتج هذه المواد من القلوآت الصمغية الموجودة بالقلف.

د- مواد الدباغة والأصباغ: تستخرج الكاتينات المستخدمة في الدباغة من أنواع عديدة من الأشجار لشهرها بالوطن العربي لشجار الأكاسيا حيث يحتوي لاف الأشجار في بعض الأنواع من ٢٨-٣٠% تانينات كما تستخرج الأصباغ من المواد التربينونية والأورق والثمار لبعض الأنواع مثل *Pistacia terebinthus* ، *Pistacia lentiscus* ،

*Rhus spp*

هـ - الزيوت: تنتج بعض الزيوت العطرية المستخدمة في الصناعات العطرية والطبية من بعض الأشجار مثال لذلك بالوطن العربي يستخرج زيت الأكاسيا المستخدم في صناعة العطور من أشجار الفتنة *Acacia farnesiana* كما يستخرج زيت اليوكالبتوس المستخدم في الأدوية المضادة للالتهابات من أزهار بعض أنواع الكافور، كما تستخرج زيوت التشحيم من بذور الـ

*Jatropha spp* وكذلك يستخرج من جنور بعض أنواع المخروطيات الراتنجات العطرية.

و- إنتاج الثمار المستخدمة في التغذية: تستخدم ثمار العديد من الأنواع في التغذية ومثال لذلك بالوطن العربي ثمار الصنوبر المستخرجة من الصنوبر المثمر أو الجامد *Pinus pinea* وثمار الفستق المستخرجة من أشجار البطم *Pistacia sp* والخروب في موريا والـ *Andansoinia digitata* و *Balanites aegyptiaca* و *Zizyphus sp* في السودان. وفي مصر تستخدم ثمار التوت *Morus sp* والجميز *Ficus sycamorus* واللبموزيا، *Eugenia jambolana*.

ز- إنتاج الشرب: تستخدم أشجار *Acer saccharinum* بكندا والولايات المتحدة في الحصول على شراب سكري يستخدم مباشرة أو في صناعة الفطائر ويتم الحصول عليه بعمل جرح في اللحاء وجمع السائل السكري كما تستخدم في مصر ثمار الخروب والتمر هندي كمشروبات.

ح - إنتاج الأدوية: تستخدم أوراق وثمار وبنو بعض الأشجار في الطب الشعبي والصناعات الدوائية وأمثلة لذلك:

في السودان تستخدم الأجزاء المتحللة بالنقع من ثمار وبنو *Balanites aegyptiaca* تستخدم كملين وطارد للديدان كما تحتوي الجنور على الـ *Sapogenins*.

المستخلص المائي (١:١٠) لبذور *Moringa olifera* فعال ضد فطريات *Candida* و *Penicillium*

في باكستان يستخدم مستخلص الـ *Commiphora mult* في خفض محتوى الكوليسترول

تحتوي أنواع الفيكس *Ficus glomerata* ، *F. religiosa* على ميتو ستيرول د — جلوكوسيد له تأثير على خفض السكر (Bever, 1980)

. تستخدم ثمار الـ *Zizyphus Jujuba* في الصين لمعالجة الربو الشعبي ولأمراض الحساسية (Jyong-chyulyong و Kigamvhi 1980) كما تستخدم أوراق أشجار *Tilia* في علاج الكحة .

وتستخرج ملادة للسبلات المستخدمة في عمل الأسبرين ولوية الروماتيزم من أوراق الصفصاف

*Salix sp*

و- العسل البري: تعتبر بعض دول الشرق الأدنى منتجة للعسل الطبيعي حيث يرى النحل على أزهار الأكاسيا والكافور وتد تونس من الدول العربية المنتجة للعسل الطبيعي من الغابات.

ح- الفطر البري: في سوريا تجمع الأنواع التابعة لجنس *Pleurotus* و *Lentinus* من غابات البلوط والصنوبر كما يوجد فطر الـ *Pleurotus ostreatus* بكثرة على قواعد أشجار الحور في المزارعات التي تقع على طول نهر الفرات وكذلك فطر *Tuber sp* وهو من الأنواع الفاخرة المتولدة في باطن التربة الماهولة بأشجار الحور الأبيض والأسود في إيطاليا .

#### · الفوائد البيئية للأشجار ·

##### ١- حماية التربة ومنع التعرية

من الوظائف الأساسية للغابات المحافظة على النظم البيئية مثل النظم البيئية الجبلية الهائلة في بعض الدول العربية وغيرها وتوفير مجموعات الأشجار الخشبية ويتضح هذا من النقاط التالية :

- أ- تستخدم الأشجار كمصدات للرياح ولحزمة وقاية حول الحقول والمناطق الحضرية والطرق العامة مثل أشجار الكازوارينا والكافور والسرو والصنوبر والحور وغيرها .
- ب - تستخدم الأشجار في تثبيت الكثبان الرملية ومنع زحف الرمال وبالتالي مكافحة التصحر مثل أنواع الأكاسيا والبروسويس وغيرها

جـ — تستخدم فى حفظ حواف الترع والقنوات من الإتهيار مثل أشجار الصفصاف فى الريف المصرى

د ب زراعة الأشجار أيضا" فى موقع السيول والفيضانات فيمكنها من تقليل إندفاع المياه وتقليل أضرارها والتي تودى إلى جرف الطبقة السطحية من التربة .

هـ — تستخدم بعض الأشجار مثل الكافور فى صلية الصرف البيولوجى أو للتخلص من الماء الأرضى الزائد حيث أن لهذه الأشجار مقرة عالية على النتج

## ٢- التنزه والسليحة وجمالية الحياة البرية

أدى التحضر السريع إلى زيادة الحاجة للمتنزهات والخدمات وتقدم المتنزهات صدداً من الخدمات الترفيهية مثل صيد الحيوئات، صيد الأسماك، ملاحظة الطيور، المسكرات بالإضافة إلى الحفاظ على التنوع البيولوجى.

## ٣- المحافظة على التوازن الغازى فى البيئة وتقليل التلوث الجوى .

المصدر الرئيسى لغاز الأكسجين على سطح الأرض هو صلية البناء الضوئى فى النباتات الخضراء وتلعب الأشجار دورا" هاما" فى إنتاج هذا الغاز الهام والتخلص فى نفس الوقت من غاز ثانى أكسيد الكربون .

ولقد ذكر أن إزالة الغابات ساهمت بما يوازى ٢٠% من أسباب زيادة غاز ثانى أكسيد الكربون فى الجو . وذكر العلماء بأنه لى يتم إعادة التوازن للغازى يلزم زراعة ٤٦٥ مليون هكتار بالغابات لإزالة ٢٠٩ مليون طن من الكربون وهى الكمية التى تتراكم منه فى الجو كل عام .

كما أن الأشجار تمل كمصفاء طبيعية للغازات الضارة فى المناطق الصناعية وبالتالى تقلل من تلوث الهواء الجوى — بالإضافة إلى ترسيب كميات هائلة من الأتربة عليها .



## الفصل الثانى

### العوامل المحددة لانتشار وأهمية الأنواع

#### ١ - العوامل المحددة لانتشار النوع

يتحدد مدى انتشار النوع بعدة عوامل أهمها:

##### أ- القدرة على التأقلم Adaptation

يعتمد التوزيع الطبىمى للأنواع الشجرية على العوامل البيئية وأهمها الحرارة والرطوبة وكل نوع شجرى له نطاق طبيعى يتولد فيه وكلما زاد هذا النطاق أو المدى كلما زاد تولد النوع وبالتالي المساحات التى ينمو عليها. وعلى ذلك فالأنواع التى لها نطاق طبيعى واسع أكثر أهمية من الأنواع المحدودة الانتشار لإمكانية الحصول على أعداد أكبر من الأشجار وإقامة صناعات خشبية عليها.

ويمكن ملاحظة تأثير درجة الحرارة على التولد الطبىمى للأنواع بدراسة تغير الأنواع مع الارتفاع عن سطح البحر حيث تنخفض درجة الحرارة بمعدل قدره ٣° ف لكل ارتفاع قدره ١٠٠٠ قدم عن سطح الأرض فعد ارتفاع سطح الأرض نجد أن الحشائش والأنواع ذات الورق العريض تتولد طبيعياً ومع زيادة الارتفاع تتولد الغابات المختلطة المكونة من أنواع مخروطية مع الأنواع ذات الورق العريض وعلى ارتفاعات أعلى يبدأ تولد الغابات المخروطية يليها مخروطيات المناطق الباردة وعند ارتفاعات أعلى لا يمكن للأشجار أن تنمو نظراً لانخفاض درجة الحرارة وهذا الارتفاع يسمى خط الشجرة Timber line

#### ب- الانتشار المحلى Local extension

يقصد بالانتشار المحلى مدى تولد الأنواع في داخل نطاقها الطبيعي فمثلا الأنواع التى تتطلب مناخا أكثر برودة يكون الفضل نمو وتولد لها في الأجزاء الشمالية في داخل نطاقها الطبيعي بينما تتولد في جنوب هذا النطاق في مواقع أقل. وتعد معرفة الانتشار المحلى للنوع في عمليات الإكثار حيث يفضل زراعة الأنواع الأكثر ملاءمة للموقع.

#### ج- الشكل Form

يستخذ كل نوع من الأشجار شكلا معينا في بيئته إذا كان ينمو على مسافات كافية أما إذا لم توجد المسافة التى تسمح بنموه فإن الشكل الظاهرى قد يختلف ومعظم الأنواع لها تيجان تختلف في الشكل عن الأنواع الأخرى. ومع ذلك فهناك شكل عام تتصف به تيجان الأنواع المخروطية وعدة أشكال مختلفة تتصف بها تيجان الأشجار ذات الورق المريض ويتغير شكل التاج تبعاً لمر الشجرة ولمدى تراحم الأشجار ويظهر ذلك في المخروطيات بوضوح حيث يتسع التاج ويكون مفتوحاً أكثر عند من النضج بينما تكون مخروطية عند العمر الصغير.

والأنواع المخروطية التى يوجد بها برعم الذى يودى إلى استمرار الساق الأصلية في النمو يمكن الحصول منها على كتل خشبية أكثر من الأنواع ذات الورق المريض التى تنفرع بعد ارتفاع معين من سطح الأرض .

#### د- متطلبات النوع من العناصر الغذائية والمياه

من المعروف أن الأنواع الشجرية تختلف في احتياجاتها من العناصر الغذائية والمياه وبالتالي مدى خصوبة التربة التى تنمو عليها وكفاءة عامة فإن الأشجار عريضة الأوراق تحتاج إلى عناصر غذائية ومياه أكثر من الأنواع المخروطية وفى

لدخل كل مجموعة من المجموعات السابقة تختلف الأنواع في احتياجاتها. وعلى ذلك  
ففى المواقع الجيدة فى المناطق التى ينمو بها كلا المجموعتين تتواجد الأشجار  
المخروطية مع الأشجار ذات الورق المريض وتزداد احتياجات الأشجار من العناصر  
الغذائية والمياه مع العمر. وبصفة عامة فإن مجاميع الأشجار الخشبية لا تستهلك  
خصوبة الأرض مثل المحاصيل العادية للأشباب الآتية:

- ١- تتحلل وتعاد إلى الأرض مرة أخرى بينما يتكون الجزء المستديم بالشجرة  
وهو الساق من سلاسل من الكربون وحدات الجلوكوز والتى تتكون من ذرات  
الكربون والأكسجين والهيدروجين بعكس المحاصيل العادية.
  - ٢- المجموع الجذرى للأشجار الخشبية أكثر كفاءة فى استغلال الموقع لتولده  
بأصاق أكبر بالتربة عن الأعصاق التى تصل إليها جذور المحاصيل العادية.
  - ٣- متطلبات الأشجار من العناصر الغذائية اللازمة لتكوين وحدة وزنية من المادة  
الجافة أقل من المحاصيل العادية مثيلاتها بالأشجار وهذا يفسر صلاحية الأراضي  
الفقرية التى لا تصلح لنمو المحاصيل العادية فى زراعة الأشجار.
- بالنسبة للإحتياجات المائية فتتوقف الكمية التى تحتاجها الأشجار من المياه تبعاً لعوامل  
عديدة منها المناخ والنوع الشجرى الناهى والكثافة الناتجة للغابة والبحر. ونظراً لأن  
الغابات تعتمد على المصادر الطبيعية للمياه مثل الأمطار والجليد فإن استفادة الغابة  
منها تتوقف بدرجة كبيرة على موسم سقوط الأمطار فالأمطار التى تسقط فى فصل  
الصيف تستنفذ منها الغابة أكثر عن الأمطار التى تسقط فى فصل الشتاء حيث يكون  
النمو غير نشط. أيضاً تتوقف الاستفادة من الأمطار على مدى انتظامها وسقوطها فكلما  
كانت الأمطار أكثر انتظاماً كلما زادت الاستفادة منها كما يحدث جريان سطحي لجزء  
كبير من الأمطار الشديدة ونقل الاستفادة منها. وللغابة دور هام فى المحافظة على  
المياه حيث تؤدي إلى تقليل الجريان السطحي والبحر وزيادة كميات المياه المترسبة  
لدخل للتربة كما أن الغطاء الناتج يحجز كمية من المياه الساقطة وفى حالة الأمطار

الأكل من ٢م فإنها تحجز كمية بوسطة التاج وتتبخر دون أن يصل منها شئ للأرض. ومن الصعب إعطاء تقدير عام عن الاحتياجات المائية للأشجار وهناك بعض التجارب التي أجريت لتقدير الاحتياجات المائية للأشجار بالمناطق المختلفة الخفية بالغابات غير أن هذه الدراسات لم تجرى بعد بالمناطق للجافة مثل مصر والعالم العربي.

## ٢- العوامل التي تحدد أهمية الشجرة الخشبية

تتحدد أهمية أى نوع خشبى بعوامل عديدة تتعلق بصفات الخشب الناتج أو كميته أو حجم الكتل الممكن الحصول عليها أو قدرة النوع على إعادة إنتاجه ويجب الوضع في الاعتبار أن هذه العوامل لا يمكن تواجدها معاً بالنوع الواحد وعلى سبيل المثال الأنواع سريعة النمو تنتج لأخشاب أقل جودة من الأنواع الأخرى وعلى هذا إذا كان الهدف الحصول على نمو خشبى كبير بصرف النظر عن جودته فإن العامل المحدد لأهمية الشجرة في هذه الحالة هو سرعة النمو بينما إذا كان الهدف لإنتاج نوعيات جيدة من الأخشاب فإن الأنواع المستخدمة ستحدد على أساس الصفات المطلوبة بصرف النظر عن سرعة نموها وفيما يلي أهم هذه العوامل:

### أ- نوعية الخشب Wood quality

من الأهداف الرئيسية عند تنمية أى غابة هو الحصول على ناتج خشبى منها وفي الغابات المنتجة للخشب تتحدد أهمية الأنواع تبعاً لنوعية الخشب الناتج ويقصد بنوعية الخشب كل الصفات التشريحية والطبيعية والكيميائية للأخشاب التي تحدد صفاتها وبالتالي استخداماتها. فمثلاً لتأثير بعض هذه الصفات يتحدد مدى صلاحية الأنواع لاستخراج عجينة الورق بناء على نسبة المستخلصات الخشبية وطول الألياف فكلما زادت نسبة المستخلصات كلما تخفض محصول اللب وتستخدم كمية أكبر من

المادة الكيميائية في الحصول على اللب بينما يحدد طول الألياف إلى درجة كبيرة صفات الورق الناتج.

أيضا الأخشاب المستخدمة في الأعمال الإنشائية يجب أن تكون ذات معامل مرونة عالي وهذه يصلح لها الأنواع المخروطية التي تمتاز بذلك.

#### ب- الحجم النهائي للشجرة

يتحدد الحجم النهائي للشجرة بعوامل عديدة وراثية وبيئية. وهناك أنواع تصل لأحجام كبيرة في موطنها الأصلي ولآخرى ذات أحجام محدودة ويتحدد الحجم النهائي أيضا بطبيعة نمو النوع فالأنواع

ذات النمو القائم *excurrent* التي يستمر فيها المساق الأصلي في النمو الطولي نتيجة وجود البرعم الطرفي يمكن الحصول منها على كتل من المساق أكبر من الأنواع المفترشة *decurrent* التي يتوقف فيها البرعم الطرفي عن النمو بعد عمر معين وتكون مجموعة الفروع الجانبية الناتج . ويحدد الحجم النهائي الاستخدامات التي يصلح لها الخشب الناتج فالأنواع الكبيرة الحجم التي تنتج كتل قاعدية كبيرة تصلح لأخشابها لاستخدامات عديدة بينما الأنواع الصغيرة الحجم لها استخدامات محدودة. ومن المعروف أن الأشجار تصل إلى أقصى حجم لها داخل نطاقها الطبيعي وينخفض النمو خارج هذا النطاق حتى أن بعض الأنواع التي تتواجد على صورة شجار كبيرة داخل نطاقها الطبيعي قد تتواجد على صورة شجيرات خارج هذا النطاق.

#### ج- سرعة النمو *Rate of growth*

تختلف سرعة النمو بين الأنواع وبعضها نتيجة الاختلافات الوراثية والظروف البيئية كما يختلف معدل نمو النوع تبعاً للكثافة الشجرية فكلما زاد التراحم بين الأشجار من حد معين كلما انخفض معدل نموها.

١- يمكن للأشواخ المحتمة للظل أن نمو مكونة طبقة تحت تيجان الأشواخ المحبة للضوء.

٢- الكفاءة التمثيلية للأشجار المحتمة للظل أعلى من الكفاءة التمثيلية للأشواخ المحبة للضوء وهذا يفسر وجودها واستمرارها تحت تيجان الأشجار المحبة للضوء رغم انخفاض شدة الإضاءة.

٣- تيجان الأشواخ المحتمة للظل كثيفة وضيقة بينما تيجان الأشواخ المحبة للضوء تيجانها مفتوحة أكثر كما أن التقليم الطبيعي بطيء في الأشواخ المحتمة للظل عنه في الأشواخ المحبة للضوء.

٤- نظراً لمرعة التقليم الطبيعي في الأشواخ المحبة للضوء فتكون سيقانها أسطوانية أكثر من سيقان الأشواخ المحتمة للظل.

#### هـ- درجة المقاومة للحشرات والأمراض

تحدد مدى مقاومة النوع للإصابة بالحشرات والأمراض مدى أهميته حيث تحدد مدى نجاحه واستمرار أشجار النوع في النمو في منطقة ما حتى نهاية دورة القطع وعلى ذلك فالأشواخ المقاومة طبيعياً للآفات والأمراض أكثر أهمية من الأشواخ غير المقاومة ومثال لبعض الحالات التي أدى عدم مقاومة النوع فيها للآفات إلى عدم انتشار زراعتها

- إصابة أشجار الحور بمدينة الإسكندرية بمصر بحفار ساق للتفاح مما يحد من انتشاره بها.

- إصابة أشجار الشنار بسوريا بحفار ساق الشنار.

- إصابة بعض أنواع الكافور بحفار ساق للكافور بليليا.

- مرض لحة القسط *Chestnut blight* الذي أباد كثير من غابات أوروبا.

١- يمكن للأصناف المحتملة للظل أن تنمو مكونة طبقة تحت تيجان الأصناف المحبة للضوء.

٢- الكفاءة التمثيلية للأشجار المحتملة للظل أعلى من الكفاءة التمثيلية للأصناف المحبة للضوء وهذا يفسر وجودها واستمرارها تحت تيجان الأشجار المحبة للضوء رغم انخفاض شدة الإضاءة.

٣- تيجان الأصناف المحتملة للظل كثيفة وضيقة بينما تيجان الأصناف المحبة للضوء تيجانها مفتوحة أكثر كما أن التقليم الطبيعي بطيء في الأصناف المحتملة للظل عنه في الأصناف المحبة للضوء.

٤- نظراً لسهولة التقليم الطبيعي في الأصناف المحبة للضوء فتكون سيقانها اسطوانية أكثر من سيقان الأصناف المحتملة للظل.

#### هـ- درجة المقاومة للحشرات والأمراض

تحدد مقاومة النوع للإصابة بالحشرات والأمراض مدى أهميته حيث تحدد مدى نجاحه واستمرار أشجار النوع في النمو في منطقة ما حتى نهاية دورة القطع وعلى ذلك فالأصناف المقاومة طبيعياً للحشرات والأمراض أكثر أهمية من الأصناف غير المقاومة ومثال لبعض الحالات التي أدى عدم مقاومة النوع فيها للحشرات إلى عدم انتشار زراعتها

- إصابة أشجار الحور بمدينة الإسكندرية بمصر بحفار ساق التفاح مما يحد من انتشاره بها.

- إصابة أشجار الشنار بسوريا بحفار ساق الشنار.

١- إصابة بعض أنواع الكافور بحفار ساق الكافور بليليا.

- مرض لفحة القسطل *Chestnut blight* الذي أباد كثير من غابات أوروبا.

- مرض السردلو الهولندي Dutch elm disease الذى أصاب كثير من أشجار الدردار فى أوروبا بالدمار.

والأمثلة على ذلك عديدة. أيضا تحدد درجة مقاومة الأخشاب المختلفة مدى أهميتها فالأخشاب المحتملة لكثير أهمية من الأنواع المعرضة للإصابة بعد استخدامها ويجب أن نضع فى الاعتبار أن درجة المقاومة تختلف فى خشب نفس الشجرة فخشب القلب (الخشب الداخلى) محتواء أكثر من المستخلصات التى تكون سامة لأنواع عديدة من الفطريات بالإضافة إلى وزنه العالى وصلابته أكثر.

ومثال لبعض الأخشاب النامية لأشجارها بالعالم العربى العالية المقاومة للتاكسيديوم والأرز من معرة البذور وأشجار السنط الكاذب *Robinia pseudoacacia* والبطم (الفستق). ومن الأنواع ذات الأخشاب متوسطة التحمل الصنوبر الحلبى والصنوبر البروتى من معرة البذور ولأخشاب بعض أنواع البلوط مثل *Quercus infectoria* من مظلة البذور أما الأنواع غير المحتملة فنبها أخشاب الشوح *Abies spp* من معرة البذور والحوار والصنمسان من مظلة البذور.

#### و- الفترة على التقلب

يقصد بالفترة على التقلب هي الفترة التى تتكاثر وتكوين جيل جديد طبيعى عند إزالته سواء بالطرق الخضرية مثل نمو الأفرع والخلفات مكان القطع أو على الجزء المتبقى من الشجرة بعد قطعها أو التكاثر عن طريق البذور للأنواع التى تكون بذور تسقط على أرضية الغابة وتكون جيل جديد محل الجيل المقطوع ولها طرق سنذكرها فيما بعد و الأنواع التى لها قدرة عالية على التقلب لكثير أهمية من الأنواع التى يصعب إكثارها طبيعياً لضمان استمرار وجود نفس النوع فى المنطقة بعد قطع الجيل الموجود وبالتالي استمرار الحصول على خشب نفس النوع.

### ز- مدى توافق النوع مع الظروف البيئية

كما سبق ذكره فإن مدى توافق النوع مع الظروف البيئية يحدد مدى انتشاره وبالتالي المساحات الممكن التواجد بها ومدى استمرار الحصول على الأخشاب المطلوبة من هذا النوع وبالتالي فالأنواع التي لها مدى واسع من التوافق مع الظروف البيئية تكون أكثر أهمية من الأنواع محدودة الانتشار.

### المراجع

- الأستاذ الدكتور/ طلعت عمران، دكتور/ حسنى أبو جازية، دكتور/ أحمد البحة، دكتور/ أحمد عامر ٢٠٠٠: محاضرات فى أساسيات الأشجار الخشبية.

- مهندس /معين الزعنت. ١٩٦٦: أساسيات ومبادئ علوم الغابات والحراج. الجزء الأول. الحراج وحراجتها. مطبعة جامعة دمشق

- د/عثمان عدلى بدران - د/السيد عزت قنديل ١٩٧١- أساسيات علوم الأشجار وتكنولوجيا الأخشاب دار المعارف.



## **الباب الثانى**

### **طرق قطع وإكثار الغابات الطبيعية**

### **Reproduction Methods of Natural Forests**



## الباب الثاني

### طرق قطع وإكثار الغابات الطبيعية

#### Reproduction Methods of Natural Forests

تقسم طرق قطع وإكثار الغابات الطبيعية إلى:

أولاً الطرق الخضرية وهذه تشمل:

أ- طريقة الجم العادية وتسمى الجم البسيط simple coppice

ب- طريقة الجم مع أحد الطرق القياسية وتسمى الجم المركب compound coppice

ثانياً الطرق البذرية وتشمل:

طرق تستخدم للمجاميع الشجرية المتساوية العمر وهي:

١. طريقة القطع الكامل Clear cutting method

٢. طريقة الشجرة البذرية seed tree method

٣. طريقة الغابة الواقية Shelter wood method

بينما تطبق على للمجاميع الشجرية الغير متساوية العمر طريقة الاختيار أو الانتخاب

selection method.

#### الطرق الخضرية

تستخدم الطرق الخضرية لقطع قطع مع الأنواع الشجرية التي يمكنها إعادة تكوين الجيل الجديد من الأشجار بواسطة الأبراعم التي تنمو في قواعد السيقان المتروكة. وبالطبع فإن الصفات الوراثية سوف تنتقل بالكامل من الجيل القديم إلى الجيل الجديد وتصلح هذه الطريقة للتطبيق مع بعض أنواع الحور والصفصاف والإثل والبلوط وبعض أنواع الكافور وغيرهم.

#### أ- طريقة الجم العادية Coppice method

في هذه الطريقة يتم إعادة تكوين الجيل الجديد نتيجة التكاثر الخضري الطبيعي حيث تزال أشجار المحصول ويعتمد تكوين الجيل الجديد على نشاط البراعم الخضرية الموجودة على قواعد السيقان المتروكة وهي تنتج عادة من البراعم الجانبية أو من على براعم جذرية تحمل على جذور مذابة أو من الخلايا المرستيمية الموجودة بمنطقة الكامبيوم حول الخشب والتي تنكشف لتكون أفرع جديدة وبعد ذلك يختار أحد هذه الأفرع ليكون الشجرة الخشبية الجديدة التي ستحل محل الأشجار المقطوعة.

#### ب- طريقة الجم مع أحد الطرق التقليدية Coppice-with standard method أو الجم المركب compound coppice

وهذه الطريقة تشمل طريقة الجم العادية مع أحد الطرق البذرية المعروفة وتطبق هذه الطريقة في حالة الغابات النقية مثل غابات التيك الموجودة في جنوب قارة آسيا والتي تعرف باسم الغابات الاستوائية الرطبة حيث تطبق طريقة الجم على جزء من المحصول للحصول على أحجام متوسطة بسرعة خلال دورة قطع تعادل 1/2 دورة القطع البذرية بينما تطبق الطريقة البذرية على جزء من المجموعة الشجرية للحصول على أشجار ضخمة. أيضاً تطبق هذه الطريقة في حالة الغابات المختلطة. هذه الطريقة لها عدة مميزات فهي تحتل مكان وسط بين الطرق الخضرية والطرق البذرية كما إنها تكفي عند الرغبة في إنتاج سيقان لها قيمة تجارية عالية وكذلك الحصول على محصول كبير دون النظر إلى جودته. ويجب مراعاة الآتي عند تطبيق طرق التكاثر الخضري:

١- أن يكون سطح القطع مائل لكي لا تتجمع المياه على السطح وبالتالي لا تتعفن قواعد الأشجار.

٢- أن يتم القطع في فصل الشتاء عند سكون الأشجار لضمان عدم فصل الكامبيوم عن الخشب عند منطقة القطع.

### مميزات الطرق الخضرية:

١- دورة القطع قصيرة وبذلك يمكن الحصول على محصول كبير في فترة زمنية قصيرة.

٢- سهولة التطبيق ولا تحتاج خبرة فنية عالية.

٣- قليلة التكاليف نسبياً

٤- يمكن بها المحافظة على الصفات الوراثية المرغوبة.

٥- التعاقب مضمون.

### عيوب الطرق الخضرية:

١- لا تطبق إلا على الأنواع التي تتكاثر خضرية.

٢- صغر حجم السيقان الناتجة.

٣- الأخشاب الناتجة أقل جودة عن الناتجة من الطرق البذرية في كثير من الصفات.

٤- تؤدي عند تكرارها إلى تقليل كفاءة الموقع وجهاده.

٥- تعد طريقة الجـم من الطرق التي تؤدي إلى تدمير الموقع وتعرضه إلى التعرية وإن كانت طريقة الجـم مع الطرق القوامية تقلل من هذه التأثيرات السلبية.

## High forest methods الطرق البذرية

كما سبق ذكره تشمل الطرق البذرية طرق تستخدم للمجاميع الشجرية المتساوية العمر

بينما تطبق طريقة الانتخاب على المجاميع الشجرية الغير متساوية العمر.

الطرق المستخدمة للمجموعات الشجرية متساوية العمر

### طريقة القطع الكامل Clear cutting method

في هذه الطريقة تزال الأشجار كلها في عملية قطع ولحدة نهائية ويبدأ ظهور الجيل الجديد طبيعياً بدون تدخل الإنسان وقد يحتاج نجاح الجيل الشجري الجديد إلى عدة سنوات ويكون مصدر البذور لهذا الجيل إما من الأشجار القائمة الموجودة خارج مكان القطع والتي توجد عادة بجوار المساحة المقطوعة وفي هذه الحالة نجد أن أكبر كمية من البذور توجد بالقرب من الأشجار القائمة ونقل كلما ابتعدنا عنها. أو قد يكون مصدر البذور من الأشجار التي أسقطت وفي هذه الحالة يجب أن يتم القطع في سنة بذرية جيدة ولن يكون في الوقت الذي توجد به الثمار الناضجة على الشجرة.

في هذه الطريقة يتم القطع في مساحات أو شرائط ضيقة لضمان انتشار البذور بكل المنطقة المقطوعة خاصة إذا كان مصدرها الأشجار المجاورة. كما يجب أيضاً أن يراعى اتجاه الرياح عند قطع الشرائح لضمان وصول البذور للمناطق المقطوعة. أيضاً يجب تهئية الظروف التي تساعد على إنبات واستقرار البادرات الجديدة بالمنطقة وأحياناً يلزم إجراء بعض العمليات بعد القطع لتجهيز الموقع لنمو الجيل الجديد وهذه تشمل:

١. التخلص من كل المخلفات الناتجة عن القطع وخاصة قمم الأشجار وفروعها.
٢. أحياناً يلزم إزالة النباتات الضعيفة التي قد تنافس الجيل الجديد.
٣. قد يتم حرق الأرض لخلط المادة العضوية بها مما يشجع الإنبات واستقرار البادرات الجديدة.

### كيفية إجراء عملية القطع

تسرب صولة القطع بحيث تقطع المنطقة كلها على فترات متقاربة بقدر الإمكان كل سنة أو سنتين و بحيث يمكن للمناطق المقطوعة أن تند من القطع المجاورة التي لم

تقطع بالبذور اللازمة لها. وهناك عدة تحويلات تتبع عند إجراء هذه الطريقة تختلف حسب النوع والمنطقة ويمكن تقسيمها أساساً إلى:

أ. طريقة القطع في شرائح متبادلة      ب. طريقة القطع المتسلسل

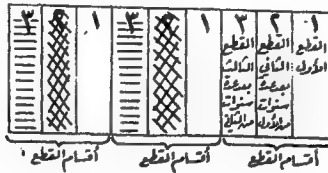
#### أ. طريقة القطع في شرائح متبادلة Clear cutting in alternate strips

في هذه الطريقة تقسم المنطقة إلى شرائح محددة وتقطع شريحة وتترك شريحة وهكذا وبعد مرور عدد بسيط من السنوات يتم فيها ضمان وجود الجيل الشجري الجديد في الأجزاء التي قطعت تقطع الشرائح الغير مقطوعة وفي هذه الحالة لابد أن يتم القطع في سنة بزرية جيدة لضمان وجود مصدر للبذور للمساحات المقطوعة من الأشجار. وعلى ذلك يتم قطع ٥٠% من المساحة الكلية في كل مرة وعادة تتراوح الفترة التي تمر بين عمليتي القطع من ١-٢٠ سنة. ويتوقف عرض الشرائح المقطوعة على العوامل البيئية والمناخية خاصة وقدرة البذور على الانتثار بواسطة الرياح و طول الأشجار أيضاً وفي معظم الحالات يكون عرض الشرائح ضئيل طول الأشجار .

#### ب. طريقة القطع المتسلسل Clear cutting in progressive strips

في هذه الطريقة تزال الأشجار في سلسلة من عمليات القطع وتكون أكثر من مرتين وعادة تقسم المساحة بحيث تقطع على ٣ مرات. فتقسم الغابة إلى قطع وتقسم كل قطعة إلى ثلاث شرائح بحيث يقطع في كل مرة ثلث القطعة (شريحة) ويكون مصدر البذور للمنطقة المقطوعة هو الأشجار المجاورة وبعد استقرار الجيل الجديد في الشرائح التي قطعت لولا تزال شريحة أخرى وبعد استقرار الجيل الجديد بها تنتظر حتى تأتي سنة بزرية جيدة وتزال الشريحة الثالثة والأخيرة ويجب أن تتم كل عمليات القطع خلال فترة زمنية تتراوح من ١٠-٢٠ سنة في الأنواع بطيئة النمو

ومن ٢-٣ سنوات في الأنواع سريعة النمو بحيث تؤدي في النهاية إلى الحصول على مجموعة شجرية متجانسة للعمر وتفضل طريقة القطع المتسلسل في حالة المساحات الكبيرة لضمان الحصول على نمو شجري متجانس ويوضح شكل ١ مثال لذلك.



شكل (١): طريقة القطع الكامل المتسلسل.

#### مميزات طريقة القطع الكامل

- ١- تعتبر أفضل طريقة يمكن تطبيقها في حالة الأشجار المعمرة والكبيرة السن أو التي بها أحجام شجرية كبيرة.
- ٢- تعتبر أفضل الطرق من الناحية الاقتصادية لأن عملية للقطع تجرى مرة واحدة بكل شريحة مما يقلل من تكاليف القطع والنقل وبالتالي خفض تكاليف إنتاج الوحدة من الخشب.
- ٣- تؤدي هذه الطريقة إلى تقليل الأضرار التي تحدث للأجبال الشجرية الصغيرة إذا قورنت بالطرق الأخرى.
- ٤- توفر مرقد للبذور معرض لأشعة الشمس وللظروف البيئية المناسبة للإنبات والتي تساعد في النهاية على استئثار الجيل الشجري الجديد.

٥. سهولة التطبيق ولا تحتاج لدراسة فنية عالية في تطبيقها.

#### عيوبها

- ١- تزيد من تعرض الموقع للتعرية بالرياح والانجراف المائي.
- ٢- تؤدي إزالة الغطاء الشجري كلية إلى تغير المناخ الدقيق للمنطقة. وزيادة الرطوبة في المناطق الرطبة والجفاف في المناطق الجافة وهناك بعض الدول لا تسمح باستخدام هذه الطريقة لهذه الأسباب.
- ٣- تؤدي إلى ظهور حشائش عديدة ونباتات غريبة تهاجم المنطقة بعد القطع .
- ٤- تؤدي إلى تعريض الجيل الشجري الجديد للجفاف بواسطة الشمس والهواء والتعرض للصقيع وغيره من العوامل الجوية التي تؤثر على البادرات والأشجار الصغيرة.
- ٥- أحياناً تحدث إصابات حشرية في الأجيال الصغيرة.
- ٦- غير مرغوب فيها من الناحية التجميلية خصوصاً في المناطق التي تعتمد على السباحة.
- ٧- لا يجب تطبيقها إلا في الحالات التي يمكن فيها استيعاب جميع الأشجار المقطوعة وتسويقها مباشرة.
- ٨- يؤدي تطبيق هذه الطريقة لعدة مرات متتالية إلى خفض القدرة الإنتاجية للموقع وخصوبة الأرض وقد تتعمد تقريباً في الغابات النقية.
- ٩- لا تناسب هذه الطريقة سوى الأنواع ذات البذور الخفيفة والمجنحة والتي تكون سهلة الحمل بالرياح.

#### ٢. طريقة الشجرة البذرية Seed tree method

في هذه الطريقة تقطع المساحة كلها مع ترك بعض الأشجار يطلق عليها الأشجار البذرية أو الأشجار الأم تكون مصدر لإنتاج بذور الجيل الشجري الجديد.

هذه الأشجار البذرية أما أن تترك في حالة فردية أو تترك في صورة مجموعات وعادة تترك نسبة مئوية من الحجم الكلي لا تزيد عن ١٠% من مجموع حجم الأشجار القائمة أصلاً.

ويعد التأكيد من نمو واستقرار الجيل الشجري الجديد تزال هذه الأشجار في معظم الأحيان خلال عملية قطع لاحقة أو قد تترك بدون قطع وفي هذه الحالة تعتبر خسارة لأنها نادراً ما تتحمل البقاء حتى تقطع في نهاية الدورة التي يزال فيها الجيل الجديد. ويجب عند تطبيق هذه الطريقة أن تكون جميع الأشجار قد وصلت إلى الحجم التجاري وتكون نتيجة لعملية القطع مجموعة شجرية جديدة متساوية في العمر وتكون المجموعة الشجرية الموجودة بعد عملية للقطع ذات مستويين تاجيين أحدهما علوي ويمثل الأشجار البذرية (الأم) والآخر سفلي يمثل الأشجار التي ستكون الجيل الجديد.

وفي بعض الأحيان تكفي سنة بذرية جيدة لكي تغطي الأشجار الأم المنطقة تغطية جيدة بالبذور وفي أحيان أخرى تستمر هذه العملية عدة سنوات حتى يستقر الجيل الشجري الجديد. والأشجار الأم التي تترك لتغطي البذور يجب أن يتوفر بها الصفات الآتية:

١- أن تكون ذات سيقان مقاومة للرياح حتى لا تنقلب أو تتأثر بفعل الرياح بعد إزالة المحصول ولذلك في حالة الأنواع ذات الجذور السطحية وكذلك في الأراضي الرطبة الخفيفة القوام لا ينصح باتباع هذه الطريقة.

٢- أن تكون ذات تيجان مفتوحة.

٣- يجب الأخذ في الاعتبار طول الشجرة لعلاقته بالمعافة التي تنتشر فيها البذور. ومن جهة أخرى يجب مراعاة أن الأشجار كلما زاد طولها كلما كان هناك احتمال أكبر لتعرضها للاقتلاع أكثر من الأشجار القصيرة.

٤- يجب أن تكون الأشجار البذرية بالغة ومنتجة للبذور وقد تجرى بها عمليات تقليم لتجميعها على إنتاج كميات كبيرة من البذور وتكون البذور كبيرة الحجم وممتلئة ناضجة.

٥- يجب أن تكون من الأشجار السائدة أو تحت السائدة وليست من الأشجار المتوسطة أو المطموسة ويجب أن تكون غير مصابة بأي لقاح فطرية أو حشرية وفي حالة صحية جيدة.

ويحدد عدد الأشجار الأم الواجب تركها لكي تكفي لإنتاج البذور اللازمة بناء على عدة اعتبارات منها:

١- كمية البذور الناتجة من الشجرة حتى يمكن تقدير إذا ما كانت الكميات الناتجة كافية أم لا.

٢- حجم التاج نظراً للعلاقة بين حجم الشجرة وكمية البذور.

٣- النسبة المئوية لإنبات البذور ونسبة ما ينجح منها في النمو حتى مرحلة الاستقرار (٦ - ١٢ سنة).

٤- ارتفاع الأشجار لأن له علاقة بالمسافة التي تنتثرها البذور.

وهذه الطريقة تطبق في حالة الأنواع التي تنتج بذور خفيفة يسهل حملها بواسطة الرياح لمسافات كبيرة والأنواع التي تنتثر بذورها بسهولة وتوزع الأشجار الأم فيها بحيث يعمل حساب أن الشجرة الولدة تغذي مسافة طولها مساوي لطول الشجرة تقريباً على كل تقدير وفي بعض الأحيان قد تغذي الشجرة الولدة مساحة كاملة يتجاوز طول مسافتها ٥-٢ مرات قدر طول الشجرة وتتوقف هذه المسافة على:

١- درجة انتشار البذور ٢- سرعة الرياح على حملها ٣- كمية البذور

وفي كثير من الأحيان تكفي شجرة واحدة لتغطية فدان كامل إلا أن هذه الأشجار تكون عادة من الأشجار الكبيرة جداً والتي تتميز بمبادئها وسهولة انتشار بذورها. أما إذا كانت الأشجار صغيرة فيحتاج الفدان أحياناً إلى عشرة أشجار لتغذيته بالبذور تغذية

كاملة. وإذا ترك عدد كبير من الأشجار أكثر من اللازم نجد أن تيجانها تشغل وتغطي مساحة ملحوظة من الموقع وتتشابه في هذه الحالة أو تقترب في صفاتها من طريقة الغابة الولقية.

وعند تطبيق هذه الطريقة يجب مراعاة الآتي:

١- دراسة عدد البادرات التي يجب أن تتوفر في وحدة المساحة ولكن فدان مثلا عند عمر معين من الجيل الشجري الجديد لتقدير كمية البذور اللازمة للحصول على هذا العدد بعد وضع في الاعتبار العمليات المختلفة التي تفقد فيها البذور أو البادرات الصغيرة خلال صلايات الإنبات والاستقرار.

٢- عند اختيار الأشجار البذرية يجب مراعاة أن تكون من الأشجار الأقل حجما في اللتاج لكي لا تتعرض لكمية كبيرة من الرياح وأن تكون ذات إنتاج بذري كبير.

وقد أجريت عدة دراسات على العلاقة بين حجم الشجرة معبرا عنه بالقطر عند ارتفاع الصدر (D.B.H) وبين كمية البذور التي تنتجها الشجرة الواحدة، ووجد في بعض أنواع الصنوبر مثلا أن لصن محصول بذري أمكن الحصول عليه من أشجار يتراوح قطرها عند ارتفاع الصدر من ١٣-١٦ بوصة ويبلغ حجم نتاجها من ٣٠٠-٦٠٠ قدم<sup>٣</sup> ووجد أيضا أن هذا الحجم يتناسب مع نص القطر.

٣- إذا كانت الأشجار ثنائية الجنس أي أن هناك أشجار مذكرة وأخرى مؤنثة فإنه يجب عند ترك الأشجار البذرية حساب عدد الأشجار المذكرة فوق هذا العدد لضمان حدوث التلقيح.

وفي حالة الأراضي الغير مستوية تترك الأشجار البذرية في المناطق العالية حتى يمكن الالتحم في المنطقة. وعند تطبيق هذه الطريقة نجد أن هناك شكلين لتطبيقها:

#### أ- طريقة الأشجار البذرية في مجموعات Group seed-tree method

في هذه الطريقة تترك الأشجار البذرية في مجموعات والهدف منها أن تحمي الأشجار بعضها البعض ضد الرياح والعوامل الجوية الغير مناسبة وفي هذه الحالة يجب أن يكون طول الأشجار مساوي لمتوسط عرض المنطقة التي ستقوم بإسنادها بالبذور وعادة لا تستخدم هذه الطريقة إلا في حالة خاصة وهي التي يخشى فيها على الأشجار الأم لو تركت بحالة فردية.

#### ب- طريقة الشجرة البذرية الفردية Reserve seed-free method

وفي هذه الطريقة تنتخب الأشجار البذرية على أساس فردي بناء على اعتبارين هما:

- ١- مد الأرض بالبذور من الأشجار المتروكة.
  - ٢- حجز جزء من الأشجار لكي تغطي نمو خشبي سريع خلال دورة القطع الجديدة نظراً لحجم وجود تنافس بينها وبين الأشجار من حولها.
- وعلى ذلك تختار الأشجار البذرية على أساس قدرتها على النمو بسرعة مع المحافظة على نفسها. وفي نهاية دورة القطع التالية يقطع المحصول الجديد ومعه الأشجار البذرية التي تركت. وهذه الطريقة لا يمكن تطبيقها إلا إذا كانت الأشجار الأم متوسطة العمر وما زال بها طاقة نمو تمكنها من الاستقرار والاستمرار حتى نهاية دورة القطع التالية بدون حدوث تدهور لها. ويجب أن يترك عدد من الأشجار الأم يتراوح بين ٢٠-٣٠ شجرة بالقدان.

#### مميزات طريقة الشجرة البذرية:

- ١- تكون عمليات القطع مركزة وبالتالي تقل مصاريف القطع بدرجة كبيرة.

٢- تساعد هذه الطريقة على حدوث التعاقب الطبيعي لكثير من طريقة القطع الكامل وذلك لتوافر البذور من الأشجار البذرية بصورة أفضل.

٣- تعتبر من أحسن الطرق للأشجار التي يلزم لإبقتها أن تكون المنطقة معرضة للهواء والأشعة الشمس.

٤- تعطي فرصة أكبر للتحكم في النوع المرغوب استقراره كجيل جديد.

٥- هناك ضمان أكثر لاستقرار وتكوين الجيل الجديد عند حدوث أي ضرر للبادات في السنوات الأولى لوجود مصدر البذور في نفس المنطقة بالإضافة إلى الحماية التي توفرها الأشجار الأم للجيل الجديد.

٦- لا تحتاج إلى دراية فنية عالية في تطبيقها وتشبه طريقة القطع الكامل في سهولتها.

#### عيوبها:

١- لا تصلح للأشجار ذات الجذور السطحية وقد تعرض المواقع للتدهور.

٢- تطبق فقط في حالة الأشجار التي يسمح عمرها بإنتاج البذور ولهذا لا تصلح للأشجار المتقدمة في العمر.

٣- تطبق فقط في حالة الأنواع التي تنتج بذور سهلة الحمل بالرياح والتي لها القدرة على الإنبات في الأماكن المقطوعة بدون حماية أو وقاية.

٤- لا تعتبر طريقة جيدة من الناحية التجميلية ولو أنها أفضل من طريقة القطع الكامل.

#### طريقة الغلة الوافية Shelter wood method

تتلخص هذه الطريقة في إزالة الأشجار في سلسلة من عمليات القطع الجزئية التي تتسبب مع عمليات الخف والتي يمكن فيها إزالة الأشجار خلال فترة من السنين

تمثل جزء بسيط من دورة القطع ويتم التعاقب الطبيعي تحت حماية الأشجار القائمة وبعد استقرار الجيل الجديد يتحرر من تأثير الظل ومنافسة الأشجار القائمة بواسطة عمليات قطع تالية وتطبق هذه الطريقة في أحسن صورها في المجموع المتساوية العمر ولو أنه أحياناً يمكن تطبيقها في حالة المجموع التي بها أعمار غير متساوية ولكن غالبية أشجارها قد وصلت للحجم الاقتصادي الذي يصلح للقطع. ونجد أن الجيل الجديد يعتبر متساوي العمر إلا أنه في الغابات التي بها أشجار ذات أعمار طويلة قد تستمر عملية القطع عدة أعوام تختلف من ٤٠-٦٠ سنة وفي هذه الحالة يكون هناك فروق كبيرة بين أعمار الأشجار بحيث تكون أعمار الأشجار مرتبة في فترات سنوية إذا قورنت بالطرق السابقة. وفي الحالة الأخيرة فإن تطبيق هذه الطريقة يؤدي إلى إنتاج مجموعة شجرية بها اختلاف ملحوظ في الأعمار وعادة لا تقل فترة التعاقب في هذه للطريقة عن ١٠ سنوات ورغم ذلك فإن الجيل الجديد يعمل على أساس أنه متساوي العمر.

#### تفاصيل طريقة الغابة الواقية

في هذه الطريقة يحدث التكاثر الطبيعي في وجود الأشجار الكبيرة التي توفر البذور اللازمة للحصول على الجيل الجديد بالإضافة إلى توفير البيئة المناسبة له وعلى ذلك فهناك تنافس بين الأشجار القائمة والأشجار الحديثة وإذا تركت الأشجار للقائمة مدة أطول من اللازم فإنها بدلاً من أن توفر الوقاية للأشجار الصغيرة فإنها تنافس معها وعلى ذلك فمن الضروري إزالة الأشجار الكبيرة لكي تعطي فرصة للأشجار الصغيرة أن تحتل الموقع وتستقر ويلزم إجراء هذه العمليات جميعها خلال فترة زمنية قصيرة نسبياً ويلزم لهذه الطريقة في أبسط صورها عمليتي قطع إلا أن التطبيق الدقيق لها يستلزم إجراء أكثر من عمليتي قطع خلال الفترة التي تجرى فيها

العمليات الوقائية المختلفة وعلى ذلك تجرى عدة عمليات قطع تدريجية لكي يتحرر جزء من الجبل الشجري كلما احتاج الأمر لذلك.

وتنقسم عمليات القطع إلى الأتي:

١- عمليات قطع أولية تجهيزية Preparatory Cutting : والهدف منها هو تجهيز الموقع لعملية الإكثار.

٢- صالية قطع بذرية Seed Cutting : وهي تجرى مرة واحدة والهدف منها توفير البذور لإنتاج وإستقرار الأجيال الشجرية الجديدة.

٣- عمليات القطع النهائية Removal Cutting : والهدف منها تحرير الجبل الجديد من التنافس.

#### صليات للقطع الأولية

لكي تبدأ الأشجار الحديثة في النمو تحت حماية الجبل الشجري الموجود يجب توفير مصدر للبذور وأن تكون الظروف البيئية مناسبة للإنبات والاستقرار.

ويجرى هذا النوع من القطع عندما تكون الأشجار متزلحة والهدف منه تشجيع اتساع التيجان حتى يمكن زيادة إنتاج البذور ونضجها وسهولة سقوطها على الأرض وعلى ذلك نهى عملية للقطع الأولية إمداد المواقع بالبذور التي ستسقط. كما أن وجود الفتحات بالسجاج سوف يؤدي إلى تحلل المواد الدبالية أو وصول الضوء والحزارة لأرض المنطقة مما يساعد على الإنبات. هذه العملية قد تأخذ في إجرائها من ١-١٠ سنوات حسب طبيعة نمو المجموعة كما إتها يمكن أن تحدث في صالية قطع واحدة أو عدة صليات متتالية وتقطع في هذه الصليات الأشجار المطموسة وجزء من الأشجار المتوسطة.

## ٢- صيانة القطع البذرية:

وتهدف إلى استقرار الجيل الجديد وتجرى مرة واحدة فقط ليعود تواجد البيئة المناسبة نتيجة عمليات القطع الأولية تنتظر حتى تأتي سنة بذرية جيدة وتجرى عملية القطع بعد نضج البذور ونتيجة لسقوط الأشجار وتقليمها وإزالة الفروع نجد أن البذور تختلط بالأرض وتبدأ في الإنبات وتزال في هذه العملية الأشجار المتوسطة وتحت المساندة. والعوامل التي تحدد الأشجار التي ستزال هي:

١- المسافة التي يجب أن تترك بين الأشجار لضمان الحصول على الكمية المناسبة من البذور من الأشجار الباقية:

٢- كمية الظل المناسبة التي يجب أن توفرها الأشجار المتروكة كي تساعد على إنبات البذور وحماية البادرات الحديثة من الجفاف والصقيع ونجد أن التنافس بين السنوات الحديثة والأشجار الموجودة تحدد الأشجار التي ستزال في عملية القطع البذرية وعادة يتم إزالة من ٢٥ - ٧٥ % من الحجم الكلي الذي كان موجوداً ويجب إجراء هذه العملية قبل عمليات القطع النهائية بحوالي ٣-١٠ سنوات على الأقل.

## ٣- صيانة القطع النهائية:

وفيها تزال كل الأشجار الكبيرة المساندة والباقية في المنطقة لكي تحتل الأشجار الصغيرة الموقع وقد تقتصر على عملية قطع ولحده أو قد يتم في عدة عمليات. وفي الحالة الأخيرة نجد أن الفترة بين كل عمليتي قطع تحددها الدرجة التي يحتاج فيها الجيل الجديد إلى الوقاية أو إلى التخلص من الظل ومنافسة الأشجار القائمة وعادة تتم عمليات القطع النهائية في فترة من ٢-٥ سنوات وقد تستمر حتى ٢٠ سنة حسب طبيعة وسرعة نمو الأشجار. ونجد أن هناك جزء من الجيل الشجري الجديد يحدث به تلف نتيجة الضرر الميكانيكي الناتج من عمليات القطع النهائية. ويوضح الشكل التالي العمليات السابقة.

وهناك تحويلات عديدة لتطبيق هذه الطريقة ونادراً ما تطبق بالتسلسل الذي ذكر ويمكن تقسيم هذه الطرق المحورة إلى الطرق الآتية:

١- الطريقة المتجانسة Uniform method وهي تطبق بانتظام على كل مساحة.

٢- طريقة الغابة الواقية في شرائط Strip shelter wood method

٣- طريقة الغابة الواقية في مجموعات Group shelter wood method

١- الطريقة المتجانسة Uniform method : هذه الطريقة تطبق على المساحة كلها بالنظام السابق.

٢- طريقة الغابة الواقية في شرائط Strip shelter wood method : في هذا التحديل تقسم الغابة إلى شرائط ويبدأ القطع من جانب واحد من المجموعة ويتم التقدم تدريجياً عبر المنطقة ونبدأ في القطع للتمهيد في المنطقة الأولى ثم عملية القطع البذري في القطعة الأولى بينما تجرى عملية القطع للتمهيد في القطعة المجاورة وبعد عدد قليل من السنوات تجرى عملية القطع النهائي في القطعة الأولى والبذري في الثانية بينما تجرى عملية القطع للتمهيد في القطعة الثالثة وهكذا ويستمر تقدم عمليات القطع حتى تغطي المنطقة بأكملها. ونجد أنه لا يجب ألا يتعدى عرض أي قطعة عن ضعف طول الأشجار القائمة وإلا فإن الطريقة الوقائية تفقد صفتها.

مميزاتهما:

- ١- توفر حماية أفضل من فعل للرياح لأن الأشجار القائمة في القطع المجاورة التي لم تقطع تعتبر كمصد رياح للمناطق التي أجريت لها عمليات القطع.
- ٢- توفر الأشجار القائمة مصدر للبذور أفضل من الطرق السابقة.
- ٣- توفر بيئة مناسبة للأشجار المحتملة وغير المحتملة.
- ٤- يمكن تحت هذا النظام تنمية مجموعة شجرية مختلطة.

٥- يمكن سحب الأشجار المقطوعة عن طريق الأماكن التي لم تقطع بعد.

### ٣- طريقة الغابة الواقية في مجموعات

تطبق هذه الطريقة على مجموعات الأشجار ذات العمر الواحد التي حدث بها اضطراب طبيعي وفي هذه الطريقة تتم عمليات القطع على مراحل متتالية تشمل كل مجموعات الغابة تبعاً لاحتياجات كل مجموعة .

### مميزات طريقة الغابة الواقية:

- ١- تصلح هذه الطريقة للأنواع ذات البذور الثقيلة الوزن التي تتوزع بفعل الجاذبية الأرضية أكثر منها بأي طريقة أخرى. كما تصلح أيضاً للبذور الخفيفة وهي تمتاز في ذلك عن طريقة القطع الكامل والشجرة البذرية.
- ٢- التعاقب يكون أكثر ضماناً من الطرق السابقة لتوفر البذور.
- ٣- تعتبر أحسن طريقة لحماية الأشجار الصغيرة ولا يفضلها إلا طريقة الانتخاب.
- ٤- تعتبر الطريقة الوحيدة التي يتكون فيها جيل شجري متساوي العمر مع حماية أشجار الجيل الجديد.
- ٥- تعتبر أحسن الطرق لإنتاج لغشاب جيدة وتعطي لغشاب أفضل من الطريقتين السابقتين.
- ٦- تعتبر مقبولة لحد ما من الناحية الجمالية.

### عيوب الطريقة:

- ١- لا يمكن تطبيقها على الأنواع التي تتعرض أشجارها للاقتلاع بفعل الرياح.
- ٢- يتطلب تطبيق هذه الطريقة شروط اقتصادية لأن عمليات القطع تكون مكلفة وعلى ذلك يجب توفر الآتي:

أ-وجود أسواق تستوعب الأخشاب الصغيرة.

ب-تنظيم عمليات القطع بطريقة تسمح بإجراء القطع عدة مرات في نفس المكان على فترات قريبة حتى يتم نجاح واستقرار الأشجار الصغيرة.

٣-احتياج لدراسة فنية كبيرة وحصر لأحجام وفواخ وأعمار الأشجار القائمة في المنطقة.

٤-تؤدي إلى كسر أو إصابة البادرات الصغيرة باضرار أثناء عملية القطع خصوصاً عند إزالة الأشجار الكبيرة حيث تكون البادرات قد وصلت لحجم مناسب يصعب تعويضه.

#### طريقة الاختيار أو الانتخاب: Selection method

تطبق هذه الطريقة على المجاميع الشجرية غير متساوية العمر وعلى ذلك يكون هناك اختلافات كبيرة في أحجام الأشجار النامية نتيجة الاختلاف في أقطارها وطولها. وفي هذه الطريقة تقطع أكبر الأشجار حجماً والمسننة وبعد فترة معينة قد تكون سنة أو أكثر تجرى عملية قطع أخرى مماثلة للأولى وتكرر هذه العملية بصفة دائمة ونجد إنه نتيجة للقطع المتتالي تحدث فتحات في تيجان الأشجار تنتشر منها البذور وتكون أجيال جديدة محل الأشجار المقطوعة أي أن التقلب الطبيعي يبدأ في مكان القطع نفسه. وتمتد المناطق الغير مقطوعة المناطق المقطوعة بالبذور وكذلك توفر لها الحماية اللازمة خلال فترة استقرارها. ونجد أن شكل الأشجار الناتجة سوف يكون غير متجانس لاختلاف سن الأشجار. ونجد أن كل مجموعة من الأشجار الناتجة من عملية قطع واحدة تكون ذات عمر متساوي.

### تلخيص الطريقة:

في هذه الطريقة تقطع الأشجار الأكبر عمرا مرة كل سنة وفي السنة التالية تقطع التي تليها في العمر وهكذا. وفي الوقت نفسه تنمو بإدرات صغيرة تحل محل الأشجار المقطوعة. وبهذه الطريقة يحل جيل جديد محل القديم ويمكن أن نحصل على محصول مستمر من المجموعة الشجرية. ولتحديد الكمية المثلى من الأشجار التي سوف تقطع نقرر الطاقة الإنتاجية للمواقع بصواب الزيادات القطرية والطولية كل سنة ومنها يمكن حساب الزيادة في الحجم لكل المجموعات السنوية الموجودة سنوياً ويزال ما يعادل هذا القدر سنوياً وتوجد عدة تحويلات لهذه الطريقة منها:

#### ١- الانتخاب للمجموعات Group Selection

هذه الطريقة تعتبر أحسن الطرق لعدم تعرض النباتات الصغيرة للضرر الميكانيكي وفي هذه الطريقة تقطع مجموعة كاملة ويجب أن تكون مساحتها صغيرة بقدر الإمكان. ونجد أن المجموعة المنتجة ستكون مجموعة متساوية العمر وهذه الطريقة أفضل من الانتخاب الفردي وتؤدي إلى وجود أشكال وأحجام أفضل للأشجار ويفضل أن يكون القطع في مجموعات صغيرة نسبياً حتى تتوزع البذور على جميع المساحات المقطوعة وهي تنمو في حماية الأشجار الكبيرة.

مثال: مجموعة عمرها ١٠٠ سنة عدد القطع وتقطع كل ٥ سنوات ويزال في كل عملية قطع ٥% من عدد الأشجار مثل هذه الطريقة سوف تؤدي إلى وجود مجموعات سنوية صغيرة متساوية العمر داخل مجموعة سنوية مختلطة على مستوى الغابة.

#### ٢- الانتخاب في شرائط Strip Selection

نجد أن القطع في هذه الحالة يحدث في شرائط متباعدة بحيث يكون على جانبي كل شريط مجموعة من الأشجار الكبيرة والجانب الآخر مجموعة من الأشجار الصغيرة. مميزات طريقة الانتخاب :

١-توفر أعلى درجة من الحماية للمكان والجيل الشجري الجديد.  
٢-تعدد أفضل من الطرق السابقة في الحالات التي توجد فيها أسواق للأشجار الكبيرة  
نقط.

٣-أفضل طريقة من الناحية الجمالية لوجود أشجار مختلفة العمر.

٤-ينحدم في هذه الطريقة للفعل الضار للرياح.

٥-التعاقب يكون مضمون لتوفر عدد كبير من الأشجار البذرية ولعملية الوقاية.

٦-توفر بيئة صالحة للحيوانات البرية.

٧-يمكن تطبيق الأساس العلمي لهذه الطريقة في زراعة الأشجار على جوانب الطرق  
لعمل مجموعات سنوية متقاربة في العمر والفروق بينها قليلة وتقطع على فترات صغيرة  
صوبها:

١-احداث ضرر ميكانيكي للبدرات أثناء قطع ونقل الأشجار.

٢-الأخشاب الناتجة من هذه الطريقة أقل جودة نتيجة أنها نموا في مجموعة غير  
متجانسة العمر مما يسمح بوجود فروع قوية وتكوين عقد كبيرة بالخشب الناتج مما  
يقلل من جودته.

٣-احتياج إلى دراية فنية عالية لكثير من الطرق السابقة جميعاً.

٤-غير مرغوبة من الناحية الوراثية حيث أن أفضل الأشجار هي التي تقطع بدلاً من  
أو تكون مصدراً للبذور.

المراجع

Matthews, D. T ( 1991 ). Silvicultural Systems. Oxford University  
press .

Smith D. M ( 1962 ). The Practice of Silviculture 7<sup>th</sup> Ed. John Wiley &  
Sons N.Y.

## **الباب الثالث**

**العمليات الأساسية التي تجرى على  
مجموعات الأشجار الخشبية أثناء فترة نموها**



## الباب الثالث

### العمليات الأساسية التي تجرى على مجموعات الأشجار

#### الخشبية أثناء فترة نموها

تشمل العمليات التي تجرى على المجموعة الشجرية منذ بداية نمو البادرات حتى تصبح الأشجار صالحة للقطع تشمل عدد العمليات أهمها عملية الخف وأحياناً التقليم.

#### أولاً: عملية الخف Thinning:

عدد الأشجار النامي منعوباً إلى مساحة معينة يسمى الكثافة الشجرية، وفي حالة الغابات الطبيعية الغير مدارة فنياً فإن الكثافة الشجرية في البداية تكون كبيرة جداً ثم يحدث خف طبيعي بموت عدد كبير منها أغلبها من الأشجار المطموسة ذات الارتفاعات الصغيرة والتي لا يصل إليها الضوء. أما في حالة الغابات الطبيعية المدارة فنياً يقوم مربى الأشجار بقطع وإزالة بعض لأشجار لتقليل الكثافة الشجرية. وفي حالة الغابات الصناعية فيتم أولاً زراعة عدد كبير من الأشجار في المساحة بغرض تشجيع النمو الطولى ثم يلجأ مربى الأشجار بعد ذلك إلى إجراء عملية الخف.

وعلى ذلك فإن عمليات الخف تهدف إلى تقليل الكثافة الشجرية مع تنظيم توزيع الأشجار بالغابة فيتم توزيع الطاقة الإنتاجية للتربة على عدد أقل من الأشجار ويؤدي هذا إلى تحسين نمو الأشجار القائمة المتروكة لتعطى أحجاماً كبيرة في وقت أقصر ويمكن استغلالها في الصناعات المختلفة وتوجد أربع طرق رئيسية للخف تعتمد الثلاثة الأولى فيها على الموقع النسبي لتيجان الأشجار التي ستخف بينما في الطريقة الرابعة تعتبر المسافة بين الأشجار هي الأساس في عملية الخف .

#### التطور الطبيعي للمجموعة الشجرية

الأسس المتبعة في الخف لجدما في عملية التطور الطبيعي للمجموعة الشجرية فالمجموعة الشجرية تبدأ بعدد كبير من البادرات قد يصل لعدة آلاف في الهكتار أو

الفدان و مع التقدم فى العمر ينخفض عددها حتى تصل إلى عدة مئات ويعتمد للتطور الطبيعى للمجموعة الشجرية على أن الأفراد الأكثر قدرة على المنافسة سواء على الضوء أو الرطوبة أو العناصر الغذائية هى التى تستمر فى أداء وظائفها الحيوية وتقوى فى النمو على سائر الأشجار الأخرى الموجودة معها وهذا لا يعنى أن هذه الأشجار هى المطلوبة بالنسبة لمربى الأشجار الخشبية فقد تكون غير مرغوبة. وخلال عمليات المنافسة يحدث خف للأشجار الضعيفة وتقوى الأشجار القوية وهذه العملية تسمى عملية التكشف للتاج وينشأ عنها وجود أقسام تلجئة مختلفة فى المجموعة الشجرية يمكن وضعها فى أربع أقسام رئيسية كما هو فى الشكل رقم ١.

#### ١- الأشجار السائدة "D" Dominant

هى الأشجار التى تنمو تيجانها فوق مستوى بقية الأشجار وهى التى تستقبل الضوء بكمية كبيرة من أعلى وجزئياً من الجوانب وتيجانها جيدة وأحياناً تكون كثيفة ومتزاحة خاصة من الجوانب.

#### ٢- الأشجار تحت السائدة "CD" Codominant

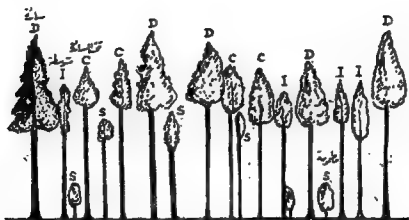
مستوى التيجان فى هذه المجموعة يمثل المستوى العام للمجموعة الشجرية وتستقبل إشعاعاً كاملاً من أعلى وقليلة من الجوانب وحجم التاج يكون أقرب ما يمكن لمتوسط حجم تيجان المجموعة الشجرية.

#### ٣- الأشجار المتوسطة "I" Intermediate

وهى أقل ارتفاعاً من الأشجار تحت السائدة و تاجها أصغر نسبياً وتستقبل كمية من الضوء المباشر من أعلى ولا تستقبل ضوء مباشر من الجوانب .

#### ٤- الأشجار المطموسة "S" Supressed

وهى ذات تيجان تحت مستوى تيجان المجموعات السابقة ولا تستقبل أى ضوء مباشر من أعلى أو من الجوانب.



شكل (١) : الأقسام التاجية لمجموعة شجرية متساوية في العمر واضحة  
أشجارها سائدة (D)، تحت سائدة (C)، متوسطة (I) ومطبوسة (S)

### طرق الخف

توجد أربع طرق رئيسية للخف هي:

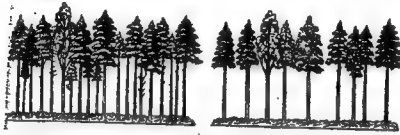
- ١- الخف المنخفض Low thinning
- ٢- الخف التاجي Crown thinning
- ٣- الخف الاختياري Selection thinning
- ٤- الخف الميكانيكي Mechanical thinning

thinning

ويضاف إلى هذه الطريقة طريقة خامسة وهي الخف الحر Free thinning وهي خلابط من الطرق السابقة وتطبق في حالة المجموعات الغير منتظمة بدرجة كافية والتي يلزم فيها استخدام طريقتين أو أكثر من الطرق السابقة. وفيما يلي شرح لهذه الطرق المختلفة.

### ١- الخف المنخفض Low thinning

هذه الطريقة تعتبر أقدم طرق الخف ويمكن تسميتها أيضاً بالخف من أسفل أو الخف العادي أو الطريقة الألمانية للخف في هذه الطريقة تزال الأشجار التي تنتمي إلى الأصناف للتاجية المنخفضة فتزال الأشجار المطموسة فقط في أقل درجات هذا النوع من الخف، أما في الدرجات المتوسطة فتزال بعض أو كل الأشجار المتوسطة مع الأشجار المطموسة. وفي أشد حالات هذا النوع من الخف تترك فقط الأشجار السائدة وبعض الأشجار تحت السائدة القوية وهناك درجات لهذا النوع من الخف كذلك هناك اتجاهين لكل درجة من هذه الدرجات أحدها يعتبر على الأخر شديد أو متطرف. يشمل الخف من أسفل الأشجار الغير مرغوب فيها التي كانت ستفقد مستقبلاً نتيجة للتنافس كما في شكل رقم ٢ .



شكل ٢ : إزالة الأشجار المجمعة الشجرية قبل إجراء الخف ، وعلى السطح المجمعة الشجرية بعد إجراء الخف السفلي عليها .

الزيادة في نمو الأشجار الأخرى فتوقف على وجود فتحات في سطح التاج نتيجة قطع بعض الأشجار تحت السائدة. ويؤدي الخف إلى إزالة حجم شجري بسيط نتيجة صغر حجم الأشجار المزالة ونتيجة لهذه الأسباب فإن الخف من أسفل الأقل من المتوسط يكون غير مرغوب فيه والخف من أسفل يحدث فراغات في الطبقة السفلى

من المجموعة الشجرية عن الطرق الأخرى ويحدث عدم اتزان في هذه المنطقة ويبدأ بوجود تكوينات خضرية جديدة في منطقة تحت التيجان understory وعلى سبيل المثال عندما طبقت هذه الطريقة على نوع الصنوبر الأبيض الغربي Western white pine نمت شجيرات ribes بصفة مستديمة وتنافست مع المحصول الأصلي والنموات الجديدة قد تكون مرغوبة أو غير مرغوبة حسب قوة نمو الأنواع الأصلية النامية.

صوب طريقة الخف المنخفض أو الخف من أسفل

- ١- تزال الأشجار الصغيرة مما يجعلها ذات قيمة منخفضة وصعبة للتسويق التجاري .
- ٢- قد تؤدي لظهور نموات جديدة ممكن أن تتنافس مع الأشجار الموجودة.

### مميزاتها

- ١- سهولة إجرائها
- ٢- من الممكن تصحيح الأخطاء التي تحدث بها لأن الأشجار الصغيرة هي التي تزال.

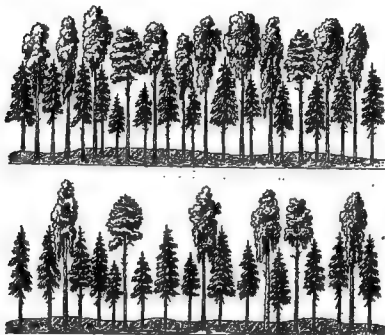
### ٢- الخف التاجي Crown thinning

ويسمى أيضاً الخف من أعلي أو الخف العلوي أو الطريقة الفرنسية وهذه الطريقة عكس الطريقة لمابقة حيث تزال الأشجار من أهامم للتيجان المتوسطة والعلوية لعل فتحات في التاج وتشجيع نمو الأشجار الباقية من نفس الأقسام التاجية ومعظم الأشجار التي تزال هي الأشجار تحت السائدة وأي لشجار متوسطة أو سائدة قد تؤثر على المحصول الناتج.

وعلي هذا فإن طريقة الخف التاجي تختلف عن الخف المنخفض في أن الخف يكون لعدد أقل من الأشجار الأكبر حجماً وإن الخف يحدث في الجزء العلوي من التاج أي

تصحيح

في الأشجار السائدة وتحت السائدة وبعض المتوسطة كما أن معظم الأشجار التي تبقى بعد الخف هي الأشجار المتوسطة كما في شكل رقم ٣ .



شكل ٣ : أعلف، المجموعة الشجرية قبل إجراء الخف وأسفل ، المجموعة الشجرية بعد إجراء الخف (أعلف) عليها .

وعلى ذلك تطبق هذه الطريقة فرصة أكبر للأشجار المتبقية أن تنمو لأحجام كبيرة لو أن تصل إلى أحجام معينة في وقت قصير. في هذا النوع من الخف تنقسم المجموعة المتبقية بعد الخف إلى طبقين من الأشجار:

الأولى تتكون من الأشجار الجيدة السائدة وتحت المائدة والتي تزال بعد ذلك في خفات تالية أو في عملية القطع النهائي .

الثانية تتكون من الطبقة السفلى وهذه تستفيد من الخف والتي يمكن أن تزال فيما بعد إذا نمت وتداخلت مع أشجار المجموعة الأولى وهي تتكون من الأشجار المتوسطة والجزء الصغير من الأشجار المطموسة.

وعلى ذلك فإنه بعد سلسلة من عمليات الخف تتكون المجموعة من طبقين تاجيتين ذات أعمار متجانسة.

وهذا النوع من الخف يتلاءم أكثر ويمكن تكراره مع المجموعات المختلطة أو المجموعات النقية التي بها أنواع محتملة للظل حيث يمكن للأشجار تكوين طبقة تحت تاجية كما يمكن تطبيقه على المجموعات المكونة من أنواع غير محتملة للظل على أن يتبع ذلك خف من أسفل إذا كان يمكن استخدام الأشجار تحت التاجية .

### مميزات وعيوب الطريقة

١- الخف في الأقسام العلوية يعد مفضل بالنسبة لأنواع الأخشاب المخروطية بينما في الأشجار ذات الورق العريض يسبب هذا النوع من الخف تشجيع تولد الأغصان الجانبية وبالتالي تقلل قيمة الأشجار الناتجة لوجود العقد بها .

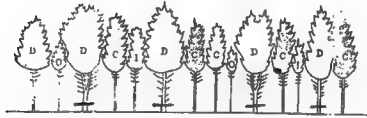
تعد هذه الطريقة مفضلة خاصة إذا كانت الأيدي العاملة مرتفعة الأجر ولا يوجد سوق لتصريف المنتجات الصغيرة بعكس الطريقة الأولى.

### ٣- الخف الاختياري أو الإنتخابي Selection Thianing

تختلف هذه الطريقة عن الطريقتين السابقتين في أن الأشجار السائدة هي التي تزال لتسجيع نمو أشجار الأقسام التاجية الأكل. وتوجد عدة طرق للخف الاختياري تختلف تبعاً للهدف من الخف وعدد الخفات التي ستجري من هذا النوع.

وفي الطريقة الأولى والتي تعد أكثر الطرق تطبيقاً تزال الأشجار السائدة الغير جيدة الشكل من أقسام التاج العلوية لتكوين محصول جيد من الأقسام التاجية الأكل حيث أن الأشجار تحت السائدة والمتوسطة والسائدة ذات الأقطار الصغيرة تكون سيقانها أكثر استقامة وذات أفرع أصغر من الأشجار السائدة القوية. وفي هذه الحالة يتوقف نجاح هذا النوع من الخف على مدى اختيار الأشجار التي ستكون المحصول النهائي ويجب أن تحسوي الأشجار التي تترك حتي نهاية دورة القطع علي تيجان حية تمكثها من استعادة نموها والتكثف إلى أشجار سليمة سريعة النمو وعلى ذلك لا تفضل الأشجار التي بها نسبة تاج حي تقل عن ٣٠% وكلما كان النوع النامي محتملاً للظل كلما كان هناك احتمال أكبر لوجود أشجار مناسبة في الأقسام التاجية السفلي. وتتوقف قدرة الأشجار في أي قسم تاجي على استعادة القدرة على النمو والانطلاق على الموقع والعوامل الخاصة به (٤). ويفضل إجراء الخف التاجي الذي يهدف إلى تحسين نوعية الأشجار النهائية للمحصول في بداية حياة المجموعة بقدر الإمكان ويحل محله طريقة أخرى كلما اقتربت الأشجار من مرحلة النضج. وتدعو الحاجة إلى هذا النوع من الخف إذا كانت المجموعة للشجرية في بداية حياتها غير منتظمة وأشجارها غير كثيفة وبها نقص في إعداد الأشجار مما يؤدي إلى وجود أشجار سائدة شكلها غير جيد خاصة مع الأنواع الغير محتملة للظل ويجب مع هذه الأنواع تطبيق هذه الطريقة مرة واحدة لأنه لا يمكن الحصول على أي فائدة للأشجار تحت سائدة الجيدة من أي خفات أخرى اختباريه بعد إزالة الأشجار السائدة الغير جيدة للشكل.

في الطريقة الثانية فإن الخف يستمر حتى يصل على النقطة التي يؤدي استمرار الخف لتأجيل عدها إلى تولد فتحات بالتأجيل أكبر من أن تملأ بواسطة تيجان الأشجار المتبقية وعند هذه النقطة يستعمل الخف من أسفل أو أي طريقة أخرى مناسبة. ولا تهدف هذه الطريقة إلى إنتاج لأشجار كبيرة ولكن إلى تنمية أكبر عدد ممكن من الأشجار لأحجام متوسطة لإنتاج عجائن الورق أو الحصول على كتل صغيرة أو سيقان الأصعدة والدعائم.



شكل ٤: يوضح طريقة الخف الانتخائي. الأشجار التي يوجد على سيقانها علامات هي الأشجار التي لا يمكن إزالتها في هذا النوع من الخف.

والمجموعات الشجرية الأكثر قدرة على الاستجابة لهذا النوع من الخف هي تلك المكونة من المخروطيات المحتملة للظل مثل المجموعات المختلطة من Fir & Spruce حيث تحتفظ بساق أصلي قائم عما لو طبق هذا النوع مع صالونات الأخشاب. يمكن إجراء الخف الانتخائي لفترة طويلة في المجموعات المحتملة للظل بدون خفض في حجم المحصول للنامي أكثر من الخفض الذي يحدث في أنواع الخف الأخرى. والمجموعات التي لها قدرة متوسطة أو ضعيفة على تحمل الظل لا تستجيب بطريقة جيدة لتكرار الخف الانتخائي والمجموعات الغير محتملة للظل بدرجة كبيرة عادة لا

يحدث بها ضرر إذا أجريت خفة اختيارية معتلة قد تؤدي إلى تحسين نوعية السيقان ومع ذلك فإن الخفة الثانية تعتبر الخفة الأخيرة من هذا النوع التي يمكن إجراؤها بدون إزالة الأشجار التي لها أهمية في تكوين المحصول النهائي وفي مثل هذه المجموعات فإن الأشجار تحت السائدة والمتوسطة الغير سليمة تتخضض قوة نموها بسرعة سواء استخدم الخف التاجي أو لم يستخدم وتنفذ السطح التاجي لها بسهولة وقدرتها على استعادة نموها قبل أن يؤدي الخف التاجي إلى تحسين كمية الضوء الواصلة لنتيجاتها. أيضاً يكون الخف التاجي أكثر نجاحاً مع المخروطيات التي تحتفظ بساق واحد قائم بصرف النظر عن تأثير التنافس بعكس معظم صالدات الأخشاب وعلى ذلك فإن الخف الاختياري ليس له مكان بدرجة كبيرة مع صالدات الأخشاب باستثناء إصلاح المحصول في البداية بإزالة الأشجار السائدة ذات الشكل الغير جيد في المجموعات الصغيرة .

في الطريقة الثانية يكون الخف الاختياري متلائم مع الخف من أسفل لتحسين نمو الأشجار الباقية وهذه الطريقة تؤدي إلى تركيز النمو المقبل في الأشجار تحت السائدة وهذه الطريقة ذات فائدة كبيرة في الحالات التي يكون فيها تيجان الأشجار تحت السائدة غير جيدة أو عندما يكون للتنافس بين الجذور شديد ومحدد النمو ومفيد أيضاً في المجموعات الشديدة الازدحام والتي لم تعامل سابقاً عنها في المجموعات التي سبق خفها ويعتبر الخف الإضالي من أسفل مجرد وسيلة لإزالة الأشجار ذات القيمة الاقتصادية المنخفضة من الأقسام التاجية السفلى والتي قد تموت أو تكون ليس لها فائدة إذا تركت.

معظم طرق الخف الانتخائي تؤدي إلى زيادة احتمال فقد المحصول نتيجة العوامل الطبيعية والحيوية كذلك فإن الأشجار الناتجة منها تكون ذات نمو أقل من الحد

المطلوب ومعامل الشكل بها منخفض أيضاً فإن مدى بقاء الأشجار المتبقية بعد الخف لا يمكن التأكد منه حتى تتمكن الأشجار من استعادة نموها وتكوين تيجان وميقان جيدة. ومن الناحية النظرية فإن الأشجار المساعدة هي أحسن الأشجار من الناحية الوراثة وعلى ذلك فإن تطبيق نظرية الخف الاختياري لعدة أجيال يؤدي إلى إزالة الأشجار جيدة التركيب الوراثي وبالتالي انخفاض قوة نمو المجموعة بعد إجراء الخف لعدة أجيال.

أيضاً فإن الحجم الذي يزداد في طرق الخف الاختياري يكون أقل من الطرق الأخرى حيث أن الأشجار المتبقية يتأخر مدى استجابتها لعملية الخف بالإضافة إلى أن الأقطار التي تبقى تكون أصغر وعلى ذلك إذا طبق الخف الاختياري لأكثر من مرة يجب أن تكون الفترة بين الخفات أطول من الفترة التي يجري عليها الخف إذا استعملت طريقة الخف من أسفل لو من أعلى.

#### مميزات وصوب الخف الاختياري

الخف الاختياري يتميز بأنه يؤدي إلى الحصول على عائد اقتصادي من عمليات الخف أعلى من أي طريقة أخرى نتيجة كبر حجم الأشجار المزالة إلا إنها تحتاج إلى دراسة فنية عالية .

#### ٤- الخف الميكانيكي Mechanical thinning

تعتمد الطرق الثلاثة السابقة على الخف في أقسام الناتج المختلفة أما في هذه الطريقة تزال الأشجار على أساس المسافات بين الأشجار بصرف النظر عن مواقعها الناتجة وتفضل هذه الطريقة في معاملة المجموعات الشجرية صغيرة السن التي لم يتم لها خف من قبل والتي تكون عالية الكثافة وعلى ذلك يفضل الخف الميكانيكي في المجموعات الشجرية المنتظمة التي لم تتكشف بها الأقسام الناتجة بعد وفي هذه الطريقة

يجرى الخف قبل أن تكون جميع الأشجار التي تقطع أصغر من أن تستغل تجارياً وهو ما يطلق عليها بالخف قبل التجاري *Precommercial thinning* - والهدف منه تنظيم وتحسين النمو في مجاميع الأشجار صغيرة السن. قد يجري خف تجاري *commercial* حيث تكون الأشجار المزالة كلها أو جزء منها قابل للاستخدام تجارياً بصرف النظر عما إذا كانت قيمة الأشجار المزالة كبيرة بدرجة تكفي لتغطية تكاليف الخف. وهناك نظامان للخف الميكانيكي:

#### ١- الخف على مسافات محددة *Spacing thinning*

وفيهِ تترك الأشجار التي ستبقى على مسافات محددة وتزال الأشجار الأخرى وهذا النوع من الخف يطبق أكثر في المجموعات الناتجة من الإكثار الطبيعي المتزاخمة بدرجة شديدة لساغية وأبسط صور هذه الطريقة هي ترك الأشجار على مسافات ثابتة محددة ويمكن تعديل ذلك بترك شجرة في كل مربع تحدد أبعاده بناء على المسافة المراد ترك الأشجار عليها ويمكن تقليل كمية المجهود اللازمة للخف بإزالة الأشجار القوية المنافسة التي يلزم إزالتها وهذه الطريقة تطبق فقط في المجموعات الصغيرة في أول خفة وتستخدم بعد ذلك طريقة أخرى بعد تكشف الأقسام الناتجة .

#### ٢- الخف الخطي *Row Thinning*

وفيهِ تزال الأشجار في خطوط ضيقة على مسافات محددة وذلك لتسهيل العمل. وقد طبقت هذه الطريقة مع تحويرها أو بدون تحوير لتسهيل حصاد أو قطع الأشجار من الغابات الكثيفة المتجانسة التي لم يسبق خفها وعادة تعتبر الخفة الأولى هي أكبر الخفات صعوبة لأن تزلحم تيجان الأشجار يؤدي إلى صعوبة في إسقاط الأشجار كما يعمق المسافات الضيقة بين المحصول المتبقى نقل الكتل كما يؤدي ارتفاع تكاليف

الخف وانخفاض قيمة الوحدة الحجمية من الخف إلى صعوبة تطبيقها في المجموعات التي تحتاجها . في أبسط صورة لهذه الطريقة يتم إزالة صف من كل ثلاثة صفوف وعلى ذلك تصبح الأشجار حرة من جانب واحد وفي المجاميع العالية الكثافة يزال صلين ونترك صف فيعتبر خف كثيف للغاية ويتم تعديل المسافات بين الأشجار بعد ذلك في الصفات التالية وقد وجد أن إزالة صف واحد من كل ٣ صفوف تؤدي إلى تكوين تيجان بيضاوية أو منبعدة لوجود الفراغ من جانب واحد فقط وهذا يمكن التغلب عليها بإعطاء عناية لهذه الأشجار لإنتاج تيجان ذات جوانب مكتملة في الصفات التالية وقد أوضح Spurr إنه لا يحدث انبعاج على الإطلاق في سيقان الأشجار تحت أي درجة من درجات الخف الخطي ولكن يحدث ذلك في التاج فقط وقد استخدم الخف الخطي مع أنواع أخرى من الخف في المجموعات الشجرية التي تكثفت إلى أقسام تاجية لعمل مرات في الغابة التي يوجد بها عدد من الأشجار القوية بأن تزال الأشجار في خطوط محددة أو بإزالة صف من الأشجار كل ٤-٧ صفوف ويطبق عليها بعد ذلك طرق أخرى من الخف.

ويعيب الخف الميكانيكي في أنه لا يميز بين الأشجار المزالة إن كانت جيدة أم لا لأن الأشجار تزال على أساس المسافة وليس على أساس الأقسام للتاجية .

### الخف الحر Free Thinning

يستخدم هذا النوع من الخف لتحرير الأشجار المتبقية ويستخدم عادة في المجموعات الغير متجانسة السن أو الكثافة أو التركيب والتي يستلزم تطبيق أكثر من طريقة في أجزائها المختلفة. يمكن تحت هذه الطريقة تطبيق أي طريقة من الطرق الأربعة السابقة. للهدف من هذا النوع من الخف هو تنظيم نمو المحصول الشجري

المتبقي والخف المثالي من هذا النوع الذي يمكن إجراؤه في مجموعة متجانسة السن وغير منتظمة الكثافة يشمل :

- ١- خف لختياري لإزالة الأشجار السائدة الغير مرغوب فيها
- ٢- خف تساجي لتحرير الأشجار التي ستكون المحصول النهائي وهذا يشمل الأشجار السائدة وتحت السائدة القوية وذلك في المناطق الأقل في كثافتها عن المعدل المطلوب .
- ٣- خف من أسفل لإزالة الأشجار المظلومة التي لها قيمة اقتصادية وخف الأماكن العالية الكثافة إلى الدرجة D من درجات الخف المنخفض.

#### ثالثاً: التكليم *Pruning*

لا بد من وجود الأفرع بالأشجار بما تحمله من براعم وزهار وثمار أيضاً الأوراق التي تؤدي دورها في القيام بعملية البناء الضوئي وبالتالي تقديم الغذاء للأشجار لتستمر عملية النمو. ومكان اتصال الأفرع بالأشجار يسمى بالعقد، وإذا كانت الأفرع سميكة تصبح مساحة العقد كبيرة وتكوين العقد التي تعتبر من العيوب الشائعة بالأخشاب لاختلاف لونها عن بقية الخشب بالإضافة إلى صلابتها الشديدة بل وأحياناً تتفصل عن الخشب تاركة فراغ. وعلى ذلك فإن التحكم في نمو الأفرع وإزالتها في الوقت المناسب يعتبر ذات أهمية بالنسبة لإنتاج سيقان ذات نوعية جيدة والعقد الناشئة على الساق إما أن تكون عقد متكونة بواسطة أفرع حية أو موجودة في أفرع ميتة والعقد المتكونة من الأفرع الحية أقل ضرراً من الناشئة من الأفرع الميتة والمشكلة الأساسية من الأفرع تنقل موجودة عدة سنوات قبل سقوطها. ويطلق على سقوط الأفرع بواسطة العوامل الطبيعية والحيوية التكليم الطبيعي وهو يحدث ببطء خلال فترة نمو المجموعة الشجرية. أما التكليم الصناعي فيتم بواسطة الإنسان بإزالة الأفرع من أجزاء معينة على الساق لزيادة جودة وقيمة المحصول النهائي.

ولا يتم إنتاج الخشب السليم إلا بعد تغطية مكان الفرع أو أي كلف أو جيوب صمغية مرتبطة به بواسطة الخشب تماماً.

### التقليم الطبيعي natural pruning

تشمل عملية التقليم الطبيعي ٣ خطوات هي موت الأفرع ثم سقوطها ثم حدوث تغطية فوق مكان الفرع .

يحدث التقليم الطبيعي من أسفل إلى أعلى ولا يعتبر ذات فائدة أكيدة إلا بعد تغطية مكان سقوط كل الأفرع الموجودة بالكتلة القاعدية الأولى ويتوقف معدل موت الأفرع السفلية على الكثافة الابتدائية للموقع وقوة نمو الأفرع ومجرد تدخل النيجان مع بعضها تبدأ الفروع أسفل التاج في الضعف نتيجة تظليلها وتموت في النهاية.

ويحدد قطر الأفرع وموتها قبل سقوطها جودة الخشب في الجزء الذي به عقد والذي تكون قبل إتمام التساقط الطبيعي. وعند تنمية مجموعة شجرية للحصول على خشاب النشر يجب أن تكون المجموعة الشجرية كثيفة في بداية حياتها بحيث لا تنمو الأفرع السفلية أكثر من ١-٥ بوصة في القطر. ونجد أن الأشجار السائدة القوية تعطي فروع كبيرة يحدث بها التقليم بدرجة أبطأ وكذلك الأشجار النامية بالمواقع المنخفضة الكثافة (المفتوحة) في المراحل المبكرة من عمرها وأي زحام بعد ذلك لا يؤدي إلى صغر حجم الأفرع أو تشجيع التقليم الطبيعي. كما أن الأشجار بالمواقع الفقيرة فروعها أصغر وخشبها أعلى في الجودة عن الموجودة في المواقع الجيدة. وأهم مرحلة في عملية التقليم الطبيعي هي مرحلة سقوط الأفرع فمجرد موت الأفرع تهاجمه الفطريات المسترمة والضررات التي تضعفه حتى ينكسر تحت ثقله أو يسقط بفعل الرياح والأمطار والاحتكاك مع الأفرع المجاورة وأهم العوامل المحددة لمعدل سقوط الأفرع هي الفطريات .

والخطوة التالية في عملية التنظيم الطبيعي هي تغطية مكان سقوط الأفرع وتعتمد سرعة التغطية على معدل النمو القطري للساق وطول المنطقة التي ستغطي.

العقد التي تنتج والأفرع مازالت حية تسمى عقد حية أو متصلة. أما العقد التي تتكون بعد موت الأفرع تسمى عقد ميتة أو سائبة وفي المخروطيات غالباً ما تصبح غامقة اللون نتيجة ترسب الصمغ فيها بعد غلقها والعقد المتكونة على الأفرع الحية للفضل من الميتة لأن الحلقات السنوية في العقد الحية تتحني للخارج وتظل مستمرة مع الحلقات السنوية للأفرع. أما العقد المتكونة على الأفرع الميتة فإن الحلقات السنوية الموجودة بالساق لا تتصل مع الطبقات السنوية للفرع وعلى ذلك تتفصل عن الخشب عندما يجف أي إن العقد الناتجة من الأفرع الحية تكون متماسكة بينما الناتجة من الأفرع الميتة تكون سائبة .

يمكن إسراع للتنظيم الطبيعي بزيادة كثافة الموقع رغم إن ذلك يؤثر أحياناً على النمو القطري للأشجار وأحسن طريقة لذلك هي المحافظة على التاج العلوي مما يؤدي إلى بقاء الأفرع السفلى صغيرة ويسبب موتها إلا إنه ذو تأثير بسيط على سقوط هذه الأفرع وهذه الطريقة تعتبر جيدة خاصة بالنسبة لمغطية البذور لأنها تحافظ على استقامة الجذوع وعلى عدم تفرغها أو التواءها ويجب على المختص أن يكون على علم بوقت تمام حدوث التنظيم الطبيعي لخفض كثافة الموقع وتشجيع نمو السيقان قطرياً. ويمكن تشجيع للتنظيم الطبيعي بتنمية مجموعة من الأشجار المحتملة تحت تيجان المحصول الرئيسي حيث تشجع المجموعة السحت تاجية على حدوث تنظيم طبيعي لأشجار المحصول نتيجة التنافس معها ولذلك وجد إن أصن طريقة للتنظيم *lobloly pine* هي زراعة هالافات الأخشاب مع الأقسام للتاجية المنخفضة .

## التقليم الصناعي

تتضمن أهداف التقليم الصناعي أولاً في إنتاج الخشب خالي من العقد وثانياً على دورات قطع قصير من التي يحتاج إليها في التقليم الطبيعي ولأن الفترة اللازمة للحصول على المحصول النهائي بعد التقليم طويلة للغاية يجب من الناحية العملية أن يستخدم معها الخف لتشجيع النمو القطري. ثالثاً يمكن استخدام التقليم الصناعي لمنع تكوين العقد السنائية مما ينتج عنه خشب به عقد متمسكة وليست خالية من العقد. والمجموعات الصناعية لا تنتج أخشاب خالية من العقد بدون عملية التقليم لأن تكاليف الزراعة المرتفعة تؤدي إلى كثافة غير كافية من البداية لحدوث التقليم الطبيعي. وفي التقليم الصناعي يزال أيضاً الأغصان الحية المصابة بالفطريات أو الأصداء كما يشجع التقليم الصناعي عملية التحرك لدخل المجموعة الشجرية لإجراء عمليات الخف أو القطع بالمجموعة.

## تأثير التقليم على الأشجار

التقليم الصحيح ليس له تأثير ضار على الشجرة بينما التقليم الغير صحيح يمكن أن يسبب ضرر للساق ويترك جروح من التلف حتى طبقة الكامبيوم ولحيانا الخشب نفسه نتيجة التقليم الغير سليم أو استخدام أدوات غير مناسبة أو التقليم في وقت غير ملائم أثناء فصل النمو مما يسبب فصل اللحاء بسهولة. كذلك التقليم في الأشجار الدائمة ببطء شديد يمكن أن يكون ضار كما إن إزالة الأغصان الكبيرة تؤدي إلى خلخلة نمية الساق الحية. الوقت اللازم لانتعاش الجروح بعد التقليم يتوقف على النمو في القطر في الجزء الذي به الجروح وأيضاً على طول الجزء المتروك من الفرع فيجب أن يقطع الفرع بجانب الساق مباشرة حتى يعطي فرصة للكامبيوم لكي ينمو بسرعة ويغطي المنطقة ويتم التئام الجروح من الجوانب أو من أعلى والجزء الأسفل من بقايا الفرع هو الذي يتم تغطيته في النهاية والجروح الناتجة من الأغصان الحية تنضم بسرعة عن

الجروح الناتجة من الأفرع الميتة لأن الفروع الحية بها كامبيوم وخلايا برانشيمية عند حافة الجرح. أما الميتة فليس بها خلايا كامبيوم وعلى ذلك لا يمكنها تكوين الكالس. التقليم الشديد يضعف من النمو مسبباً نقص في النمو الطولي والقطري على السواء.

### الأسس المتبعة في التقليم الصناعي

يعتبر التقليم الصناعي أكثر تكلفة من أي عملية أخرى من عمليات تنمية الأشجار والتقليم قد يكون مربع أو غير مربع من الناحية الاقتصادية حسب العوامل التي تدخل في تحديد عملية التقليم وأهمها:

#### ١- النوع

يجرى التقليم للمجاميع الشجرية أو الأشجار التي لا يتم فيها التقليم الطبيعي بدرجة جيدة والتي تغطي أخشاب ذات قيمة عالية إذا كانت خالية من العُقد ويجب تقليم الأشجار المستخدمة للأغراض الشخصية أو عمليات البناء أو عجينة الورق التي يلزم خلوها من العُقد الفردية.

#### ٢- المجموعة الشجرية والموقع

لكي يكون التقليم مربح يجب أن تصل الأشجار للقطر المطلوب بسرعة كافية وعلى ذلك يجب أن يجرى التقليم في المواقع الجيدة وعلى المجموعات الشجرية التي مازالت بها قوة نمو تسمح بإجراء التقليم بحيث يمكن إنتاج أخشاب جيدة خالية من العُقد مع ضمان حدوث تغطية سريعة للجروح وسيادة الأشجار التي حدث بها التقليم.

#### ٣- معدل النمو وعمر الأشجار التي جرى عليها التقليم

يجب إجراء التقليم على أشجار سريعة النمو وصغيرة السن حتى يمكن تغطية العقد الناتجة عن الأغصان وتكوين طبقة سميكة من الخشب خالية من العقد حول الجزء الداخلي حتى لو كانت دورات القطع لهذه الأنواع قصيرة. أما بالنسبة للأشجار كبيرة الحجم فيجب تقليصها إذا كانت نامية بمعدل عالي ويجب أن يؤخذ في الاعتبار الزمن الذي تظل الشجرة نامية فيه بعد عملية التقليم ولا ينصح بإجراء التقليم إذا كانت الأشجار قد أمضيت فترة زمنية تعادل نصف دورة القطع خاصة في حالة دورات التقليم القصيرة.

ويتوقف كون التقليم مربح أو غير مربح على مهارة الشخص القائم بالعملية .

#### ميعاد التقليم

لا يجب إجراء التقليم للأغصان الحية خلال فصلي الربيع والصيف وإلا انفصل القلب عن الخشب بسهولة في هذا الوقت ويترك جروح يمكن أن تكون مصدر للعوى وتعتبر فترة السكون مناسبة لإجراء التقليم. بالنسبة للمخروطيات يفضل التقليم في نهاية الشتاء وبداية الربيع. أما الأشجار ذات الخشب الصلب فيستحسن إجراء التقليم في نهاية الصيف والخريف. بالنسبة للأغصان الميتة يمكن إجراء التقليم في أي وقت من السنة طالما أن ذلك لا يؤدي إلى ضرر للشجرة الحية.

وعادة لا ينصح بتقليم الأشجار إلا بعد وصول البرعم الطرفي للساق إلى ارتفاع أكبر من الكتلة الأولى (١٧ قدم) حتى لا يتعرض الساق للتفريغ قبل هذا الارتفاع كما يفضل إجراء التقليم مباشرة بعد الخفة الأولى على أن تكون التيجان قد تكشفت.

#### المراجع

الأستاذ الدكتور / طلعت عمران، دكتور / حسنى أبو جازية، دكتور / أحمد البجة، دكتور / أحمد عامر ٢٠٠٠: محاضرات في علوم تنمية ومعاملة الأشجار الخشبية.



## **الباب الرابع**

# **قياسات الأشجار**



## الباب الرابع

### قياسات الأشجار

يختص علم قياسات الغابات بتقدير أطوال وأقطار وأحجام الكتل والأشجار القائمة وأعمار الأشجار والطرق الإحصائية في المعاينة Sampling والتنبؤ بالنمو المتوقع في المواقع المختلفة لكل نوع بناء على قياسات مباشرة.

الأجهزة المستخدمة في قياسات الأشجار:

تنقسم هذه الأجهزة إلى:

(أ) أجهزة قياس الأقطار وهذه تشمل:

١- المسطرة العادية The ruler

٢- القدمة الشجرية The tree caliper

٣- الشريط The tape

٤- عصاة بلنمور Biltmore stick

٥- الدندرومترات Dendrometers

(ب) أجهزة قياس الأطوال وهذه تشمل:

I - أجهزة تعتمد على قياس ظلل الزوايا وهذه تشمل:

١- الترانسيت Transit

٢- جهاز ابني Abney level

٣- أجهزة قياس الارتفاعات مثل الـ Blume-Leis, Haga altimeter & Sunto

clinometer

II - أجهزة مبنية على تشابه المثلثات وهذه تشمل:

Hypsometers

## ١- قياس القطر

### وحدات قياس القطر:

تستخدم البوصة أو السنتيمتر لقياس الأقطار ويتم تقدير قطر الأشجار القائمة عند ارتفاع الصدر وهو ما يعادل ٤,٥ قدم من سطح الأرض أي حوالي ١٣٥ سم ويطلق على القطر عند هذا الارتفاع القطر عند ارتفاع الصدر (dbh) Diameter at breast height .

### أجهزة قياس القطر:

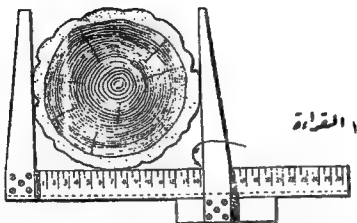
#### ١- المسطرة

تستخدم المسطرة في قياس قطار الكتل المقطوعة لأقرب سنتيمتر أو بوصة وفي حالة الكتل غير المنتظمة القطر يتم تقدير القطر في الاتجاه الأكبر و الأصغر ويؤخذ متوسط القراءتين كدليل للقطر.

#### ٢- القسمة الشجرية

تستخدم القسمة في قياس قطار الأشجار القائمة أو المقطوعة. وهي تتكون من ساق مدرجة مركب عليها ذراعين عموديين في اتجاه واحد، أحدهما ثابت والآخر يتحرك على المساق المدرجة وعند ضم الذراعين حول ساق الشجرة يمكن تقدير قطرها من القراءة على المساق المدرج، للحصول على قراءة دقيقة يجب أن يكون الذراعين عموديين ومتلامسين مع ساق الشجرة

وفي حالة الأشجار الغير مستقيمة القطر تؤخذ قراءتين أحدهما في اتجاه القطر الأكبر والأخرى في اتجاه القطر الأصغر ويؤخذ المتوسط كما في حالة المسطرة وتوجد أنواع مختلفة من القسامات مصنوعة من مواد مختلفة مثل الخشب والألومنيوم وغيرها (شكل ١).



شكل ( ١ ) : تقدير القطر بواسطة القدمة الشجرية

#### عيوب القدمة:

١. عدم انطباق الذراع المتحرك على الساق المدرجة بالضبط وصعوبة ضبطها أثناء.
٢. في حالة الأشجار الكبيرة يلزم استعمال قدمة كبيرة يصعب حملها واستخدامها.
٣. في بعض الأحيان يصعب تحريك الذراع للمتحرك بسهولة وخاصة إذا كانت مصنوعة من الخشب أو إذا كانت معنوية وتعرضت للصدا.

#### ٣- الشريط

يستعمل الشريط المادى لقياس المحيط ويمكن حساب القطر بقسمة القراءة الناتجة على

٣,١٤ (ط) بناء على العلاقة بين المحيط والقطر

المحيط = ٢ ط نق

$$ق = \frac{\text{المحيط}}{\pi}$$

ولتسهيل الحصول على القطر مباشرة يستخدم شريط قطري يقيس محيط الشجرة وتكل القراءة الموجودة عليه على القطر مباشرة وذلك بتقسيم الشريط إلى وحدات تساوي ٣,١٤ (ط) فيعطى القطر مباشرة باعتبار أن تكريجه هو ناتج قسمة

المحيط

ط

ويزود الشريط عادة بمخلب في بدايته لإمكانية تثبيته والدوران حول الشجرة لقياس المحيط.

مميزات الشريط:

١- سهولة الحمل ولا يحتاج إلى مساعد مع الشخص القائم بالقياس.

٢- صغر الحجم.

٤- عصا بلت مور: Baltimore stick

تتكون عصا بلت مور من منطرة طولها حوالي ٣٠ بوصة مدرجة بطريقة معينة بحيث إذا وضعت أفقياً ملاصقة لجانب الشجرة على بعد ذراع منها (٢٥ بوصة) يمكن معرفة قطر الشجرة من التكريع الموجود على المنطرة. ولأخذ القراءة يجب تحريك المساق المدرجة بحيث يكون أحد خطي الأنظر محصور بين صفر تكريع العصا ونهاية قطر الشجرة من ناحية و الخط الآخر يلامس نهاية للقطر من الناحية الأخرى وتكل القراءة الموجودة على العصا على القطر مباشرة والمعادلة المستخدمة في تكريع العصا هي.

$$س = \frac{ق}{٢٥/ق + ١}$$

تستخدم هذه المعادلة لتدريج العصا حيث تحدد الأقطار المطلوبة ويصب ما يقابله على عصا بلمنور ويمثل الجدول التالي المسافة على العصا المقابلة للقطر بحيث يمكن استخدامها مباشرة في التدريج.

المسافة على العصا (بوصة)	القطر (بوصة)	المسافة على العصا (بوصة)	القطر (بوصة)
١٣,١٢	١٨	٤,٥٦	٥
١٤,٣٢	١٩	٥,٣٩	٦
١٤,٩١	٢٠	٦,١٩	٧
١٥,٤٨	٢١	٦,٩٦	٨
١٦,٠٥	٢٢	٧,٧٢	٩
١٦,٦٠	٢٣	٨,٤٥	١٠
١٧,١٤	٢٤	٩,١٧	١١
١٧,٦٨	٢٥	٩,٨٦	١٢
١٨,٢٠	٢٦	١٠,٥٤	١٣
١٨,٧٢	٢٧	١١,٢١	١٤
١٩,٢٣	٢٨	١١,٨٦	١٥
١٩,٧٣	٢٩	١٢,٤٩	١٦
٢٠,٢٣	٣٠	١٣,١٢	١٧

صوبها:

غير دقيقة لأنه من الصعب ضبط المسافة بين العين والمسطرة وأيضا في حالة الأشجار الغير دائرية تماما حيث يفترض أن قطر الأشجار عند استنتاج العلاقة الرياضية دائري تماما.

مميزاتها:

- سهولة الحمل والاستعمال.

- تصلح في التقديرات الأولية والأعراض العامة.

#### ٥- القطر ومترت:

نظراً لأن كل الأجهزة السابقة لا تقوم بقياس القطر على الارتفاعات العالية للأشجار القائمة فقد عملت محاولات لإيجاد أجهزة تقوم بقياس القطر على الارتفاعات العالية للأشجار القائمة ولكن لم يثبت أى من هذه الأجهزة دقة مقبولة ولهذا لم ينتشر استعمالها وتستخدم طريقة إسقاط الشجرة لقياس الأقطار العلوية لو أن يتساق شخص الشجرة ويقوم بقياس للقطر.

#### القطر داخل القلف (dib) والقطر فوق القلف (dob):

عند الحاجة إلى تقدير الجزء الخشبي فقط يزال سمك القلف. ويطلق على القطر الخشبي + القلف تعبير القطر فوق القلف (dob) diameter over bark بينما يطلق على قطر الجزء الخشبي فقط تعبير القطر داخل القلف (dib) diameter inside bark وفي حالة الأشجار المقطوعة يمكن قياس سمك القلف بواسطة الممسطرة العادية بينما في حالة الأشجار القائمة تستخدم آلة قياس سمك القلف bark thickness gauge وهي آلة لها طرف حاد تضغط على لفة الشجرة من الخارج حتى تصطمم بالجزء الخشبي ومتصلة بزئيرك عليه ساق مدرجة يحدد سمك القلف بالتقريب.

وتستخدم المعادلة الآتية لشرح العلاقة بين القطر داخل القلف والقطر فوق القلف. ( )

القطر داخل القلف = القطر فوق القلف - ضعف سمك القلف

## II - قياس الأطوال

### وحدات قياس الأطوال:

الوحدات المستخدمة في قياس الأطوال هي القدم في النظام الإنجليزي والمتر في النظام المتري وتُقاس الأطوال عادة لأقرب بوصة أو سم.

### جهاز قياس الأطوال على أسس الزوايا

#### ١- الترانسيت Transit

و يستخدم لقياس أطوال الأشجار القائمة خاصة في الأغراض العلمية نظراً لدقته حيث يوضع على أى مسافة أفقية من الشجرة ثم تقاس الزوايا الرأسية بين الجهاز وقمة الشجرة وبين الجهاز وقاعدة الشجرة ومن ذلك يقدر ارتفاع الشجرة فإذا كانت المسافة الأفقية أب والزوايا بين الجهاز وقمة الشجرة هي ب أج وبين الجهاز وقاعدة الشجرة هي ب أم

فإن طول الشجرة (جـ د) = ب جـ + ب د

ب جـ = أب ظا ب أم ، ب د = أب ظا ب أم

∴ طول الشجرة = أب (ظا ب أم + ظا ب أم)

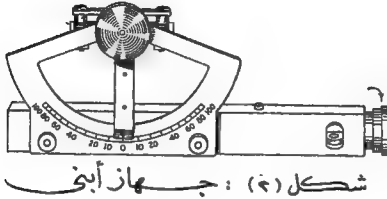
وذلك في حالة الأشجار الموجودة على أرض مستوية.

وعيب هذه الطريقة أنها بطيئة كما أن الترانسيت نفسه آلة معقدة بالإضافة إلى ضرورة استخدام الجداول الرياضية.

#### ٢- ميزان أبني Abney level

وهو عبارة عن أنبوبة مربعة المقطع طولها حوالي ٤ بوصات (١٠ سم) يوجد في أحد طرفيها فتحة ينظر منها الشخص القائم بمصالة القياس ويوجد عليها ميزان مائي

يدور مع محور نصف دائري مدرج كما يوجد داخل الأنبوبة مرآة تمكس صورة الفقاعة حينما يكون الميزان أفقياً (شكل ٧)



لاستخدامه ترصد قمة الشجرة ولقاعدة وبعدما يتم إدارة المحور المدرج حتى تظهر صورة الفقاعة في المرآة لضبط الأفقية ثم تؤخذ القراءة الموجودة على التدريج وهناك نوعين من التدريج هما التدريج إلى زوايا وفيه يحسب طول الشجرة مثل الترانسميت تبعاً للمعادلة

طول الشجرة = المسافة الأفقية  $\times$  ظل الزاوية بين الجهاز وقمة الشجرة .

ولتسهيل استخدام الجهاز حل تدريج آخر يسمى التدريج المنوى وهو يقابل الظلال الطبيعية للزوايا من صفر-٤٥° مضروباً  $\times 100$  وذلك للاستغناء عن استخدام الجداول الرياضية وللاستخدام هذا التدريج يقف الراصد على بعد 100 وحدة طولية (متر أو قدم) وبعد إتمام عملية الرصد تقرأ القراءة الموجودة على هذا التدريج على طول الشجرة.

إذا كانت المسافة لغير أو أقل من ذلك يمكن تعديل القراءة كالآتي:

ويجب في كل مرة إضافة طول الراسد إلى الطول المقدر بواسطة الجهاز حيث ان منسوب الرصد يبدأ من عين الراسد.

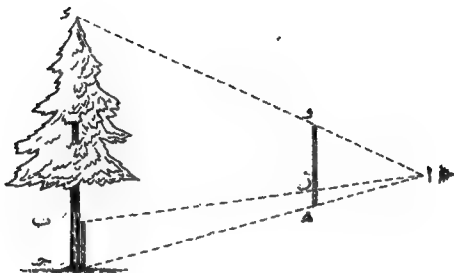
ويتميز ميزان أبلى بأنه خفيف ومناسب لمعظم الاستخدامات والعيب الوحيد به هو عدم إمكانية قياس الزوايا الكبيرة به وذلك نظراً للاعكاسات التي تؤثر على رؤية الفقاعة في المرآة وهذا يجعل الجهاز غير مستخدم في حالة الأشجار الطويلة أو الأشجار الكثيفة التي لا يمكن قياسها من مسافات بعيدة.

## ٢- أجهزة قياس الأطوال المبنية على أساس تشابه المثلثات

I- القامات: وهي ساق خشبية مدرجة بطريقة معينة تستخدم لقياس أطوال الأشجار القائمة ويوجد عدد من القامات وأبسطها هما قامة كريستيان وقامة ميريت وتعتمد القامات على أساس رياضي بسيط.

### أ- قامة كريستيان

وتعتبر قامة كريستيان أبسط القامات في مظهرها وتتكون من ساق مدرجة طولها حوالي ١٠ بوصات بها تكريع غير منتظم وتحتاج إلى شخص مساعد يحمل عصا طولها ١٠ أقدام توضع قائمة عند قاعدة الشجرة المراد قياس طولها وعادة يمسك الشخص القائمة عمودياً على أي مسافة من الشجرة ويقوم بتقريب القائمة لو إبعادها عن عينه أو بتغيير المسافة بحيث تغطي القائمة للشجرة كلها (شكل ٣) فيكون التكريع على القائمة عند خط السطر الواصل إلى قمة العصا التي طولها ١٠ قدم يدل على طول الشجرة مباشرة.



شكل (٣): تقدير طول الشجرة باستخدام قامة كريس تان

ويعتمد الأساس الرياضي للتدريج القلمة على الأتي:

بفرض أن هـ و تمثل القلمة (١٠ بوصة)، جـ هـ تمثل الشجرة، جـ ب تمثل المساق

القلمة عند قاعدة الشجرة (١٠ أقدام)، هـ ز تمثل الجزء من القلمة التي يجب أن

يكون عليه الرقم للدال على التدريج.

٥٥ ا ج هـ، أ هـ و متشابهان.

$$\frac{ا ج}{ا هـ} = \frac{ج هـ}{هـ و}$$

٥٥ ا ب ج هـ، أ هـ ز متشابهان.

$$\frac{ا ج}{ا هـ} = \frac{ب ج}{هـ ز}$$

$$\therefore \frac{\text{جـ هـ}}{\text{هـ ز}} = \frac{\text{بـ جـ}}{\text{هـ ز}}$$

$$\therefore \text{هـ ز} = \frac{\text{هـ و} \times \text{بـ جـ}}{\text{جـ هـ}} = \frac{\text{طول الساق} \times \text{طول القامة}}{\text{طول للشجرة}}$$

$$\therefore \text{هـ ز} = \frac{10 \times 12 \times 10}{\text{طول للشجرة}} = \frac{1200}{\text{طول للشجرة}}$$

فإذا كان طول الشجرة = ٥٠ قدم فإن ٦٠٠ بوصة فإن هـ ز = ٦٠٠/١٢٠٠ = ٢ بوصة.

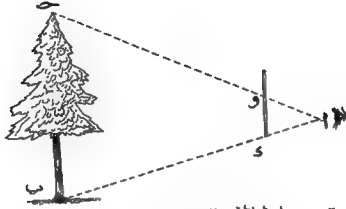
وإذا كان طول الشجرة = ١٠٠ قدم (١٢٠٠ بوصة) فإن هـ ز = ١٢٠٠/١٢٠٠ = ١ بوصة.

أما إذا كان طول الشجرة ٢٠ قدم فإن هـ ز = ٥ بوصة وهكذا

وتتميز هذه القامة على جميع الأجهزة بسهولة بالإضافة إلى عدم احتياجها إلى قياس المسافة بينها وبين الشجرة لو بينها وبين عين الراصد.

#### ب- قلعة ميريت Merritt hypsometer

وهي عصا مدرجة تمسك على امتداد الذراع (٢٥ بوصة) وتحرك إلى أسفل وأعلى حتى يكون خط للنظر السفلى ماراً بصفر تدريج القامة وقاعدة الشجرة وخط النظر العلوى من العين إلى قمة الشجرة يقطع القامة في نقطة يدل التدرج الموجود عليها على طول الشجرة مباشرة (شكل ٤) وعادة يقف الراصد على مسافة معينة من الشجرة ولتكن جنزير (٦٦ قدم).



شكل (ع): تقدير طول الشجرة باستخدام قامة ميريث.

يعتمد الأساس الرياضى المستخدم فى تكريرج للقامة على الآتى:

إذا كان ب ج = طول الشجرة ، أ ء = طول للأراع = ٢٥ بوصة

أ ب (المسافة بين الراصد والشجرة) = ٦٦ قدم ، ء و = الطول على القامة المقابل لطول الشجرة.

من الشكل السابق

Δ أ ب ج ، Δ ء و ج ، أ ء و متشابهان.

$$\frac{أ ب}{ج و} = \frac{أ ء}{ج و}$$

$$\frac{أ ب}{ج و} = \frac{٧٩٢}{٢٥}$$

$$أ ب = ٧٩٢ \times ٢٥ = ١٩٨٠٠$$

ء و = ٧٥ / ٧٩٢ ب ج = ٠٣١٥٦، ب ج

ولتكريج القائمة تحدد أطوال الأشجار المطلوبة وتقدر المسافة المقابلة على القائمة.

**كيفية تقدير أطوال الأشجار بدون استخدام أجهزة:**

بحسب المشتغلين بالغابات أحيانا إلى تقدير طول الشجرة بدون وجود أجهزة ويمكن عمل ذلك بعدة طرق منها قطع فرع وجعل نهايته مدببة وواضحة على أن يكون الجزء المقطوع بطول ٤-٥ أقدام ثم يقوم الشخص بأخذ جزء فوق قبضة يده يعادل طوله طول زراعته ويمكن قياس ذلك بدقة بوضع طرف الفرع قرب عينيه ويمكنه بيده عند نقطة للتلامس مع اليد والجزء الباقي يساعد في إحكام مسكه. ثم يتحرك الشخص إلى الخلف أو الأمام حتى يغطي كل الجزء الذي فوق يده كل الشجرة فتكون المسافة الأفقية بين الشخص والشجرة تعادل طول الشجرة.

### ٣- الطرق العينية

أحيانا تقدر أطوال الأشجار بمجرد النظر عندما لا تكون الدقة مطلوبة في القياس ويلزم أن يكون الشخص للقيام بهالة دراية بهذه العملية وعادة تكون نسبة الخطأ في القياس بها عالية عن الطرق الأخرى.

**تأثير ميل الأشجار على قياسات الأطوال:**

نجد أن كل الحسابات السابقة تفترض أن الشجرة قائمة تماما وعلى ذلك فأى ميل في الشجرة يؤدي إلى خطأ محسوب في النتائج وسوف يكون طول الشجرة أكبر أو أقل من الحقيقي.

ونتقاييل نسبة الخطأ في مثل هذه الحالات يراعى زيادة المسافة بين الراصد والشجرة بقدر الإمكان لتقليل الزلوية وميل خط للنظر إلى القمة ولصن حل لهذه المشكلة هو قياس الشجرة من الجانب الذي يظهر فيه الاتحناء جانبى وليس مباشر أمام خط النظر وفي التقديرات العملية يتلافى قياس الأشجار الشديدة الميل.

#### الطول الكلى والتجارى Total and merchantable height

فى معظم الحالات لا يهتم بالطول الكلى للشجرة ويهتم بالطول التجارى وهو الطول من سطح الأورمة حتى نقطة على الساق يكون عندها أقل قطر صالح للاستخدامات التجارية وهذا القطر يحدد كالأتى:

١- حتى نقطة يكون عندها قطر معين دلغل القلف وعادة تكون هذه الأقطار ٥ أو ٦ لو ٨ بوصات تبعاً لاستخدامات المنطقة.

٢- حتى نقطة يحددها الشخص القائم بالقياس نفسه يستدل عليها حسب شكل الشجرة خاصة عدد وحجم ومكان الأغروع وتؤدى هذه الطريقة إلى اختلاف فى القطر التجارى من شجرة لأخرى.

٣- حتى نقطة على الشجرة تعادل نسبة ثابتة من القطر عند ارتفاع الصدر أو القطر عند قمة الكتلة الأولى.

#### تمرين:

١- عند قياس طول شجرة بواسطة ميزان أبنى وقف الراصد على بعد ١٢٠ قدم من الشجرة ووجد أن القراءة على التكرير للمادى كانت ٤٧' فما هو طول الشجرة إذا كان طول الراصد ٥,٥ قدم.

٢- عند قياس طول شجرة بواسطة ميزان أبنى وقف الراصد على بعد ٢٢ متر وكانت القراءة على التكرير المتوى ٩٠ فما هو طول الشجرة إذا كان طول الراصد ١٧٠ مم.

## تقدير الأحجام Volume measurement

### وحدات قياس أحجام الكتل:

الوحدات المستخدمة في تقدير أحجام الكتل هي القدم المكعب والمتر المكعب ويستخدم القدم اللوحى Board foot لقياس حجم الأخشاب المنشورة وهو عبارة عن وحدة حجمية أبعادها قدم × قدم × بوصة أي ١٢/١ قدم<sup>٣</sup>.

### طرق تقدير الأحجام:

#### ١- طريقة الإزاحة وتسمى أيضاً طريقة الـ Xylometer

وهي أدق طريقة لقياس حجم الكتل غير منتظمة الشكل وتعتمد على ملئ حوض بالماء حتى حجم معين ثم تغمر الكتلة ويقدر الحجم الجديد والفرق بينهما يدل على حجم الكتلة. وعادة يقاس مستوى الماء في الحوض ويقدر الحجم منه بمعرفة مساحة الحوض كما يمكن تدريجه على أساس الحجم مباشرة بدلاً من الارتفاع ويعيب هذه الطريقة أنها تصلح للكتل الصغيرة التي يصعب تقدير حجمها بأى طريقة هندسية كما أنها تحتاج إلى نقل الكتل ولهذا فهي تستخدم أكثر في الأعراض العلمية.

#### ٢- الطريقة البيانية Graphic method

تستخدم الطرق البيانية للحصول على أحجام الأشجار حيث يقاس القطر على أبعاد مختلفة على طول الشجرة ويفضل أن تكون القياسات على مسافات منتظمة ومنه يمكن معرفة مربع القطر ويتم توقيع مربع القطر مقابل الطول. وبعد ذلك يتم توصيل النقط مع بعضها ويتم تحضير رسم منفصل لكل شجرة ومن الرسم يمكن الحصول على حجم أى كتلة بقياس المساحة المحصورة تحتها بواسطة بلاكييمير وتحويلها إلى حجم وهي

غير شائعة الاستخدام لأنه يمكن استخدام المعادلات الرياضية مباشرة في حساب الحجم.

### ٣- تقدير الحجم باستخدام المعادلات الرياضية

تعتمد هذه الطريقة على أن الكتل الخشبية لها شكل هندسي معين يمكن تقدير حجمه بمعرفة أبعاده وهذه المعادلات تعطى الحجم بدقة مقبولة تكفى لاستخدامها. فالكتلة القيمة تقترب في شكلها من المخروط بينما يقترب شكل الكتل الوسطية من الشكل الناتج من دوران قطع مكافئ حول محوره مع قمة مستديرة مقطوعة وهذا الشكل يتميز بأن جوانبه محدبة قليلاً وأن مساحة القطاع العرضي به عند منتصف طوله تعادل تماماً متوسط المساحة عند كلا من نهايته.

أما الأورمة فهي تقترب من شكل القطع الناقص النحيل أو المخفض إلا أنها تحسب على أساس أنها أسطوانة. وهناك عدد من المعادلات تستخدم لحساب الكتل منها. ولها يلي المعادلات المستخدمة:

#### ١- معادلة نيوتن:

$$\text{حجم الكتلة} = \frac{\text{طول الكتلة} (\text{مساحة القاعدة العليا} + \text{مساحة القاعدة في وسط الكتلة} + \text{مساحة القاعدة السفلى})}{6}$$

و تعطي معادلة نيوتن نتائج جيدة لكل الكتل بما في ذلك الكتل القاعدية.

#### ٢- معادلة ميلمان: - $\frac{\text{طول الكتلة} (\text{مساحة القاعدة السفلى} + \text{مساحة القاعدة العليا})}{2}$

#### ٣- معادلة هوير: = $\frac{\text{طول الكتلة} \times \text{المساحة القاعدية في منتصف الكتلة}}{2}$

#### ٤- تقدير حجم الكتلة القيمة:

أما أن تعتبر كمخروط :. حجم الكتلة =  $\frac{1}{3} \times \text{مساحة القاعدة} \times \text{الارتفاع}$ .

لو طبق قاعدة سماليان :: حجم الكتلة =  $\frac{1}{2}$  مساحة القاعدة  $\times$  الارتفاع.

#### ٥- حجم الأورمة:

يصب حجم الأورمة على أساس أنها أسطوانة حجمها = ط نق  $\times$  ل  
حيث نق = القطر العلوي للأورمة  
ل = طول الكتلة

#### ٦- تقدير الحجم الكلي للشجرة:

يمكن تقدير الحجم الكلي للشجرة المقطوعة باستثناء الكتلة القمية والقاعدية بحساب حجم الكتل بواسطة المعادلات السابقة ثم جمعها ويمكن تقليل العمليات السابقة إذا قطعت الشجرة إلى كتل متساوية طولها L وعلى أساس أن المساحات القاعدية  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n-1, A_n$   
فإن الحجم =  $V = \frac{1}{2} L (A_1 + 2A_2 + 2A_3 + \dots + 2A_{n-1} + A_n)$

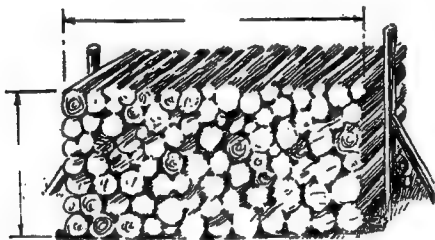
#### ٧- تقدير حجم الأشجار القائمة:

يقدّر حجم الأشجار القائمة على أساس أنها أسطوانة قطرها = القطر عند ارتفاع الصدر ثم يحول إلى حجم الشجرة بواسطة معامل الشكل الإسطواني وعلى ذلك فإن:  
حجم الشجرة = ط نق  $\times$  ل  $\times$  معامل الشكل الإسطواني.  
حيث نق = القطر عند ارتفاع الصدر (d.b.h)

#### تقدير حجم الكتل الغير منتظمة الشكل

يقدّر حجم الكتل الغير منتظمة الشكل بالـ Cord وهو عبارة عن وحدة أبعادها ٤ × ٨ × ٤ قدم أي حجمها ١٢٨ قدم<sup>٣</sup> (شكل ٥) وهذا الحجم يشمل الكتل والفرعات الموجودة بينها. وعادة ترص الكتل على أرض مستوية ثم تؤخذ الأطوال بواسطة

شريط للقياس. ويحتوي الـ Cord عادة على حجم صافي من الخشب يقدر بـ ٦٠-١٠٠ قدم<sup>٣</sup> وهذا يختلف حسب طريقة رص الكتل وأيضاً حسب الأقطار فكما كانت كبيرة كلما زاد حجم الخشب الموجود وأيضاً حسب انتظام شكل الكتل وحسب إذا ما كانت كلها متشابهة أو بها أحجام مختلفة. ففي الكتل الغير متشابهة نجد أن الكتل الصغيرة توجد بين فراغات الكتل الكبيرة. ويلاحظ أن الحجم المذكور يشمل القلف وعلى هذا فإن حجم الخشب الصافي سوف يكون أقل بحوالي ١٠-٣٠% تبعاً لسمك القلف.



شكل (٥): رصة حجمها كورد (١٢٨ قدم<sup>٣</sup>)

مسائل:

احسب حجم الكتل الأتية بواسطة قاعدة مسالين وهوير ولينوتن إذا كان:  
القطر الأصغر داخل القلف ٢٤ بوصة، القطر داخل القلف في منتصف الكتلة ٢٦,٤ بوصة، القطر الأكبر داخل القلف ٢٨,٧ بوصة، طول الكتلة ١٦ قدم.

٢- احسب عدد الكوردات في رصة خشب أبعادها ١٤ × ٨٠ × ٨ قدم.

### جـداول الأحجام:

وهي جداول تعطي حجم الأشجار القائمة بالوحدات الحجمية (قدم مسطح - قدم<sup>٣</sup> ، م<sup>٣</sup>) بمعرفة واحد أو أكثر من أبعاد الشجرة وتعمل هذه الجداول بناء على قياسات حقيقية. وهناك جداول محلية تعطي الأحجام بمعرفة القطر عند ارتفاع الصدر وهي خاصة بالمنطقة فقط وتحضر من القياسات الأولية المأخوذة. أما الجداول القياسية فهي التي تعطي الحجم بمعرفة كل من القطر عند ارتفاع الصدر والطول الكلي أو الاقتصادي وهذه للجداول تعمل لكل نوع على حده أو لمجموعة من الأنواع والمواقع المختلفة.

وهناك جداول لحجم تعمل لكل معامل شكل لنفس النوع أو مجموعة أنواع تسمى جداول الأحجام لمعاملات الشكل.

### طرق تقدير معامل الشكل:

توجد اختلافات كثيرة في شكل الساق نتيجة الاختلاف في تناقص القطر من القاعدة إلى القمة ويعرف التناقص في القطر بالإستتلاك وهو العامل الرئيسي في الاختلاف في الحجم بين الأشجار التي لها نفس القطر عند ارتفاع الصدر . هناك عدد من المعادلات تستخدم على نطاق واسع لاستنتاج معامل الشكل أكثرها استعمالاً:

### معامل الشكل الإسطواني:

معامل الشكل الإسطواني هو النسبة بين حجم الشجرة إلى حجم إسطوانة قطرها مساوي لقطر الشجرة عند ارتفاع الصدر ولها نفس ارتفاع الشجرة وهذا يختلف عن معاملات الشكل الأخرى في أنه لا يمكن تقديره إلا بعد معرفة حجم الشجرة ويمكن التعبير عنه بالمعادلة الآتية:

معامل الشكل الأسطواني = حجم الشجرة  
 حجم أسطوانة (قطرها DBH وارتفاعها = ارتفاع الشجرة)

وهذا العامل تكون قيمته أقل من ١ وهو يصلح للتقدير التقريبي السريع للحجم.

## ٢- معامل الشكل العادي Form quotient

معامل الشكل العادي هو النسبة بين القطر عند ارتفاع معين بالشجرة أعلى من مستوى الصدر والقطر عند ارتفاع الصدر

وقد وضع Shiffel المعادلة الأصلية وهي:

معامل الشكل العادي = القطر عند منتصف ارتفاع الشجرة

الـ DBH

وهذا المعامل له عيب حيث أنه كلما صغر ارتفاع الشجرة تتناقص النقطة التي يوجد عندها منتصف الارتفاع وفي الأشجار التي يكون طولها مرتين قدر ارتفاع الصدر تنطبق النقطتان حيث تكون المسافة عند منتصف الارتفاع هي ارتفاع الصدر وعلى ذلك يصبح معامل الشكل واحد. وقد حاول Johnson تلاقي هذه المشكلة بتغيير هذه النقطة إلى منتصف الارتفاع في المسافة فوق الصدر ولطلق عليها معامل الشكل المطلق وعلى ذلك تصبح المعادلة :

معامل الشكل المطلق = القطر عند منتصف الارتفاع في المسافة فوق الصدر  
 القطر عند ارتفاع الصدر

= القطر عند ارتفاع = ½ (طول الشجرة + ٤,٥ قدم)

القطر عند ارتفاع ٤,٥ قدم

ويعتبر هذا العامل مقياس لفضل لشكل الشجرة عن معام الشكل العادي وتتراوح قيمته لمعظم الأنواع ما بين ٦ ، ٨ ، .

#### معامل جيرارد Girard quotient

وهو النسبة بين القطر العلوي داخل القلف للكتلة القياسية الأولى إلى التطر خارج القلف عند ارتفاع الصدر. ونظراً لأن طول الكتلة القياسية = ١٦ قدم و ٣ بوصات بالإضافة إلى واحد قدم وهو ارتفاع الجزء الذي يترك بالأرض عند التقطع فإن التطر العلوي للكتلة الأولى سيكون على ارتفاع ١٧ قدم و ٣ بوصات.

وعلى ذلك فإن معامل جيرارد =  $\frac{\text{القطر داخل القلف عند ارتفاع ١٧,٣ قدم}}{١٠٠ \times}$

القطر عند ارتفاع الصدر فوق القلف

وهذا المعامل له عدة ميزات عن كل من معامل الشكل العادي ومعامل الشكل المطلق

Absolute form factor

#### Form point - ٣

هو النسبة بين الارتفاع حتى مركز مقاومة للرياح على الشجرة (مركز ثقل التاج) إلى طول الشجرة الكلي وقد اقترح هذا المعامل جونسون Johnson حيث أن المحدد لشكل الشجرة هو مركز مقاومة للرياح أو النقطة التي يحدث عندها أكبر مقاومة للانحناء بالرياح

تقدير حجم الأخشاب المنشورة من الكتل (قواعد الكتلة) :

تختص قواعد الكتلة بتقدير حجم الألواح الناتجة من نشر الكتل وتبنى على عينات من الكتل تؤخذ أبعادها ثم تنشر ويقدر حجم الألواح الناتجة منها بالتقدم اللوحى وتعمل

علاقة بين كمية الخشب الناتجة وكلا من قطر الكتلة وطولها أما بالطرق البيانية لو

الرياضية وتبنى قواعد الكتلة على أساس الآتي:

١- القطر المستخدم هو القطر الطوي للكتلة داخل القلف.

٢- أن الألواح الناتجة بسك ١ بوصة.

قواعد الكتلة المبنية على الرسوم البيانية:

وتبنى على أساس عمل رسم بياني للكتلة كالآتي:

ترسم دوائر تمثل القطر الطوي للكتلة داخل القلف على أساس أن الكتلة عبارة عن أسطوانة ذات طول محدد وليكن ٨ قدم.

توضع افتراضات محددة لكل من سمك المنشار والاكماش وعرض اللوح وترسم

الألواح على هيئة مستطيلات بسك بوصة داخل القطر.

يحسب الحجم الكلي بالأقدام اللوحية للألواح الناتجة .

يقدر حجم الخشب الناتج من الأقطار المختلفة

بعدل الحجم بالنسبة للأطوال الأخرى على أساس النسبة والتناسب.

وتعتبر قاعدة Scribner أحسن القواعد المبنية على الرسوم البيانية وهي مبنية

على أساس سمك ربع بوصة للمنشار والاكماش ويدون حد أدنى لعرض اللوح ولكل

يتراوح قطرها الطوي داخل القلف من ١٢-٤٤ بوصة وتتراوح أطوالها من ١٠-٢٤

قدم. وقد حول كل من Schumacher , Pruce هذه القاعدة إلى معادلة لوتداد خطي، تعطى

الحجم للمنشور المتوقع الحصول عليه بمعرفة القطر بالبوصات والطول بالأقدام وهي:

$$V = (0.79D^2 - 2D - 4) \times L$$

16

حيث D = القطر الطوي داخل القلف بالبوصات ، L طول الكتلة بالأقدام.

معادلات الكتلة المبنية على القواعد الرياضية:

في هذه الطريقة تبني معادلات الكتلة على أساس افتراض سمك معين للنشر وفيما يلي أهم هذه المعادلات:

مساعدة Doyle: وهي من أكثر المعادلات استخداماً ولانها والمعادلة المستخدمة لحساب حجم الخشب الناتج من نشر كتلة قياسية (١٦ قدم) هو:

$$V = (D - 4)^2$$

حيث D: القطر العلوي للكتلة داخل القلف

#### القاعدة الدولية:

وهي أكثر وأدق القواعد مستخدمة وقد وضعها Clark في عام ١٩٠٠ في كندا. والمعادلة المستخدمة لحساب حجم الخشب الناتج من نشر كتلة قياسية على أساس أن سمك المنشار ٨/١ بوصة هي:

$$V = 0.88 D^2 - 1.52 D - 1.36$$

و يمكن إيجاد المتوقع عليه عند استخدام منشار سمكه ٨/١ بوصة بضرب الرقم الناتج  $\times ٠,٩٠٥$

#### تقدير الأعمار

تقدير الأعمار عملية غير سهلة وهناك ٣ طرق شائعة الاستخدام في تقدير

الأعمار هي:

تقدير الأعمار على أساس المظهر الخارجي للأشجار.

تقدير الأعمار عن طريق عدد المحيطات الفرعية على الساق.

تقدير الأعمار عن طريق عدد الحلقات السنوية.

## ١- المظهر الخارجي

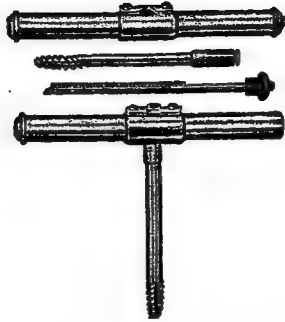
يمكن تقدير عمر الأشجار بالتقريب عن طريق المظهر الخارجي ومع الخبرة فإنه يمكن تقدير الأعمار في حدود خطأ لا يتعدى ١٥-٢٠% وهذه الطريقة عرضة لحدوث أخطاء كبيرة عند التقدير.

## ٢- المحيطات الفرعية

تستخدم هذه الطريقة مع بعض المخروطيات التي تنمو فيها الأفرع على هيئة محيط حول الساق الأصلي وفي مثل هذه الأنواع تتكون حلقة من الأفرع حول الساق الأصلي عند بداية موسم النمو كما في بعض الأنواع المخروطية مثل الأروكاريا وعلى ذلك فكل محيط من هذه المحيطات يمثل سنة من عمر الشجرة وبعد هذه المحيطات يمكن تقدير عمر الشجرة مباشرة.

## ٣- عن طريق الحلقات السنوية

تتكون الحلقة السنوية من جزء فاتح (خشب الربيع) وجزء غامق (خشب الصيف) وعلى ذلك يدل عدد هذه الحلقات على عمر الشجرة وفي حالة الأشجار المقطوعة يمكن عدد الحلقات مباشرة من الخارج حتى مركز الكتلة أو العكس. أما في الأشجار القائمة فيستخدم لذلك جهاز يسمى الميسر increment borer (شكل ٦) يتكون من أسطوانة مجوفة تشبه المثقاب تلف حتى تدخل الشجرة وبعد التأكد من وصولها إلى المسافة أكبر من ¼ القطر تدار عكسياً فتتفصل أسطوانة الخشب الموجودة داخلها وتسحب إلى الخارج وتعد الحلقات السنوية على الخشب حتى مركز الشجرة ثم يعلق مكان أخذ العينة بعجينة بوردو لحمايتها من الإصابة بالفطريات.



شكل (٦) : المسطرة

تفسير:

قطعت شجرة وقسمت إلى ٤ كتل بطول ١٦ قدم وكتلة قمية طولها ١٨ قدم وكان عدد الحلقات السنوية كالآتي:

٨٠ حلقة عند قاعدة الشجرة (مكان القطع)، ٦٨، ٤٩، ٣٢، ٢٠ حلقة بقية الكتلة على التوالي وكانت الأقطار المقابلة لها ٥٠ بوصة عند قاعدة الشجرة، ٤٠، ٣٢، ٢٤، ١٨ بوصة عند قمة الكتلة على التوالي.

والمطلوب:

أولاً : حساب متى كانت الشجرة تنمو طولها وقطرها بتسرع ولقل ما يمكن.  
ثانياً: الحجم الكلي للشجرة بالأقدام المكعبة.

المراجع

Husch, B., Miller, C. L., and Beers, T. W. 1982: Forest mensuration. 3<sup>rd</sup> Edition. John Wiley and sons. Inc



**الباب الخامس**

**زراعات الحماية البيئية**

**Environment Protection  
Plantations**



## الباب الخامس

### زراعات الحماية البيئية

#### Environment Protection Plantations

##### مصدات الرياح والأشجار لزراعة الخضراوات

تعرف مصدات الرياح بأنها عبارة عن صف أو عدة صفوف من الأشجار والشجيرات تزرع حول الحقول الزراعية والمساكن والمباني الزراعية ومناطق الإنتاج الحيواني وغيرها من أماكن الخدمات العامة لخفض سرعة الرياح وتقليل انجراف الأرض وخفض التبخر والنتح وبالتالي زيادة محتوى الأرض المائي نظراً لانخفاض كلا من التبخر والنتح مما يؤدي في النهاية إلى زيادة المحصول بالإضافة إلى أنها ضرورية لحماية المساكن والمباني الزراعية ومناطق الإنتاج الحيواني وغيرها من أماكن الخدمات العامة كما أنها تعتبر مصدر لاسس للأخشاب بالإضافة إلى فوائدها البيئية المختلفة.

وتعد اسكتلندا أول من سنت قانوناً إجبارياً لزراعة مصدات الرياح عام ١٤٥٧. وتبعها في زراعة مصدات الرياح روسيا عام ١٨٣١ والولايات المتحدة عام ١٩٣٤ التي تفرس سنوياً ٣٠ ألف هكتار من مصدات الرياح.

##### أنواع مصدات الرياح

يمكن تقسيم مصدات الرياح بالمناطق الجافة كما في مصر تبعاً للهدف من

زراعتها إلى:

١- مصدات الرياح الحقلية Field windbreaks.

٢- مصدات الرياح حول مناطق الإنتاج الحيواني والمراعى Pasture and range windbreaks.

٣- مصدات الرياح حول مناطق الخدمات العامة Public facility windbreaks. وفيما يلي وصف للنظام الأمثل لكل نوع:

#### مصدات الرياح للحقلية والبستانية:

##### الفوائد العامة لمصدات الرياح:

١- خفض سرعة الرياح أمام وخلف المصد. فلقد ثبت علمياً أن عمليات التبادل الغازي بين النبات والهواء المحيط لا تتم إلا إذا كانت سرعة الرياح ١-٢ م/ث وعندما تتجاوز سرعتها ٣ م/ث يبدأ حدوث أضرار على النباتات.

٢- تقليل الضرر الميكانيكي للرياح الشديدة سواء الباردة منها أو الساخنة والعواصف مثل حمايتها من الرقاد أو الاقتلاع وحمايتها من سفى الرمال التي قد تجرح الأوراق وتعرضها للإصابة بالفطريات.

٣- حماية الأزهار من التساقط ورفع نسبة العقد في الثمار ومنع تراكم الأتربة في الأعضاء الزهرية التي تعيق من إخصابها. مما يفسر خفض لانتاجية أشجار الزيتون في الساحل لشمالي في كثير من المواقع الغير محمية أو قوة الثمار الناتجة.

٤- تقليل البخر من التربة والبخر من النبات المحصى وبالتالي الاقتصاد في ماء الري وحماية للنبات من الذبول ومنع تقلص المساحة الورقية.

٥- حماية التربة خصوصاً لرملية من الانجراف والمحافظة على الطبقة الخصبة الغنية بالمادة العضوية لأن تعويض سمك بوصة واحدة من الأرض يستلزم ٣٠٠ عام.

٦- تثبيت التربة حول الثقوات المائية ومنعها من الانجراف أو الانهيار بواسطة جذورها.

٧- تؤمن لشجار مصدات الرياح توفير مادة عضوية في التربة المحيطة بها وبعض منها يزيد من رصيد النيتروجين الأرضي بواسطة بكتريا الفرائكيا في الكازوارينا وغيرها

لو بكتريا الريزوبيوم في معظم الأشجار البقولية. كل هكتار يثبت من ٥٠-٣٠٠ كجم من النيتروجين/ عام.

٨- تقليل درجات الحرارة المتطرفة (المرتفعة أو المنخفضة) في المناطق المحمية (أي حماية الأوراق من الاحتراق وكذلك من الأثر الضار للصقيع).

٩- حماية مزارع الإنتاج الحيواني أو مزارع الدواجن. حيث أن الإشعاع الشمسي أو درجات الحرارة العالية تؤثر على مزاج وسلوك الحيوان كذلك فإن درجات الحرارة المنخفضة تستهلك جزء كبير من العلف في التفتة على حساب إنتاج اللحم أو اللبن حيث ثبت أن النعاج قد فقدت ٢٠% من وزنها في بريطانيا بسبب الرياح الباردة. كذلك لوحظ زيادة إدرار اللبن في المزارع المحمية.

١٠- توفير شكل جمالي في الحقول ومنح الظل لتوفير الراحة النفسية للعاملين وقت الراحة والمحافظة على الأدوات أو المركبات أو الآلات من تراكم الأتربة.

١١- إنتاج الأخشاب واستخدامها في أغراض مختلفة سواء ألواح منشورة أو تحويلها إلى السواح من الخشب الحبيبي. وكذلك استخدام أوراق بعضها كعلف حيواني في مواسم الجفاف.

يمكن زراعتها في صورة أحزمة لحماية المناطق العلمة والسكنية لحمايتها من الأتربة والرياح الشديدة ومنح لمسة جمالية لهذه المناطق.

١٢- يمكن زراعتها على جوانب الطرق الزراعية وطرق السيارات لمنع الظل وتثبيت التربة ومنح الراحة النفسية وتقليل الضجيج الصادر من الشاحنات أو المركبات.

#### كيفية تصميم مصدات الرياح:

للحصول على أقصى استفادة من المصد يراعى عند تصميم مصدات الرياح الحقلية أن تكون المسافة المحمية خلف المصد من ١٥-٢٠ مرة قدر طول الأشجار

وينعدم تأثير المصد بعد ذلك ويصبح مثابه للمناطق المكشوفة مما يستدعي إقامة مصد جديد. وذلك كما أوضحت الأبحاث في هذا المجال نظراً لأن النمو الطولى للأشجار يكون عالى في الفترة الأولى من حياة الأشجار ثم يقل بعد ذلك ويتحول معظم النمو إلى النمو القطري ولذلك فإن ارتفاع الأشجار عند ٢٠ سنة يؤخذ كدليل لطول الأشجار وإذا كان النوع المستخدم كمصد للرياح بالمنطقة تصل أشجاره إلى طول ١٥ متراً عند عمر ٢٠ سنة فإن المسافة بين أي مصدين متوازيين عند استخدام هذا النوع يجب أن تتراوح من ٢٢٥-٣٠٠ متر عند تصميم المصد. كذلك يجب تحديد الكثافة الساجية وبعد العامل الأساسى الذى يتوقف عليه تأثير المصد ومدى الخفض في سرعة الرياح، و تعرف بأنها النسبة المئوية من مساحة المصد المغطاة بالتيجان وهذه تتأثر بعدة عوامل متكرر فيما بعد.

في بعض المناطق التي تهب منها الرياح في اتجاه واحد خلال العام أو معظم السنة يكفي بعمل صفوف متوازية من الأشجار عمودية بقدر الإمكان على اتجاه الرياح (شكل ١).

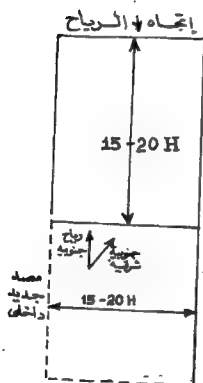
أما المناطق التي تهب منها الرياح في اتجاهات مختلفة ولتثناء العام يلزم إقامة صفوف من المصدات عمودية على بعضها بحيث تحيط بالمنطقة المزروعة كلها وتكون المسافة بين أي مصدين متوازيين من ١٥-٢٠ مرة قدر طول الأشجار (شكل ٢).

يمكن وجود أكثر من صف من الأشجار بالمصدات الخارجية. أما المصدات الداخلية تتكون عادة من صف واحد. وللحصول على أحسن تأثير للمصد يجب أن تكون المصدات عمودية على اتجاه الرياح ويقل التأثير مع تناقص الزاوية بين اتجاه الرياح والمصد حتى ينعدم تقريباً إذا كانت أقل من ٤٥°.

تجاه الرياح شمالية  
المصد الخارجى

١٥ مرة قدر ارتفاع الأشجار  
مصد جديد

شكل (١) مصد في منطقة تهب بها الرياح في اتجاه واحد



شكل (٢) : مصد في منطقة تهب

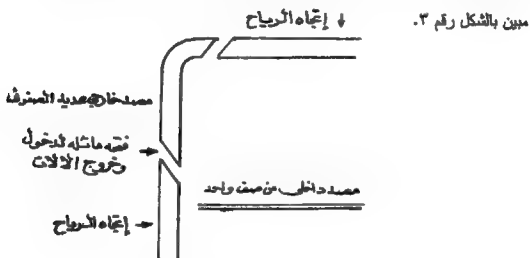
عليها الرياح في اتجاهات متعددة

الشروط الواجب توافرها في المصد:

١- الاستمرارية:

يجب عدم وجود فتحات بالمصد لأنها تؤدي إلى دخول تيار هواء عند الفتحة تفوق سرعته السرعة العادية للهواء بالمنطقة مما يسبب حدوث تعرية للأرض وضرر للمحاصيل عند الفتحة.

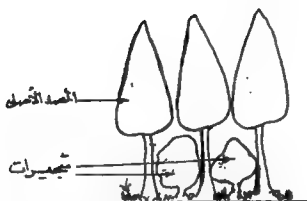
وتكون الفتحات اللازمة للدخول والخروج التي يزيد لتساعها عن ١٥ متراً في الجهات التي يهب بها أقل قدر من الرياح على مدار العام. أما في حالة المصدات العديدة الصفوف فإنه يمكن عمل فتحات مائلة بالمصدات بحيث تمنع دخول الهواء كما هو



شكل (٣): يوضح الفتحات المائلة في المصد الكثيف .

ب- تنظيم الكثافة للتجوية:

مع تقدم المصد في العمر تتساقط الأنواع السفلى من الأشجار نتيجة للتقليم الطبيعي مما يؤدي إلى وجود منطقة خالية أسفل التجنح تمر منها الرياح ولهذا يلزم في حالة المصدات الكبيرة العمر زراعة صف من الشجيرات أو الأشجار متوسطة الطول بين أشجار المصد أو أمامها كما هو مبين بالشكل رقم ٤ ، وذلك لمنع مرور الهواء من المنطقة السفلى.

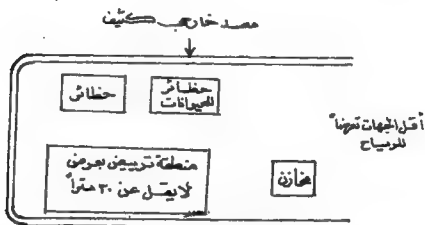


شكل (٤) : مقطع في أحد مصدات الرياح الشجرية وتظهر فيها الشجيرات في المناطق التي تحلوف فيها أفرع أشجار المصد الأمثل .

## ٢- مصدات الرياح حول مناطق الإنتاج الحيواني:

فسي هذا النوع من المصدات يكون الهدف خفض سرعة الرياح إلى أقصى حد ممكن ولهذا تفضل المصدات الكثيفة التي بها أكثر من صف. وأحسن تصميم للمصد هو أن يكون على شكل حرف U على أن تكون الجهة المفتوحة التي تمر منها الحيوانات والآلات والعلف هي أقل الجهات تعرضاً للرياح على مدار السنة، وفي المناطق الجافة حيث توجد الحيوانات داخل الحظائر يفضل أن تعمل أماكن تظليل للحيوانات في الصيف عند خروجها من الإسطبلات بالمنطقة تكون المجاورة لها ويفضل أن تزرع بأنواع من الأشجار تصلح لوراقها لتغذية الحيوانات وأن تكون متساوية حتى تسمح بالتظليل في الصيف ويمرور أشعة الشمس في الشتاء ويجب زراعة هذه المنطقة مع بداية إنشاء الإسطبلات حتى تتمكن الأشجار من بلوغ طول كافي لا يمكن الحيوانات من أكل قممها حتى لا تتفرع وتسبب صعوبة في حركة الحيوانات. يجب أن تكون المسافة بين الأشجار وبمضنها بمنطقة للترييض واسعة بدرجة تكفي بحرية الحركة

للحيوانات وعادة تكون المسافة بين الأشجار في منطقة التظليل أكبر ٣ متر وأحسن الأنواع الممكن استخدامها بمصر هي التابنة لجنس الحور *Populus sp.* خاصة مجموعة الحور الأسود حيث أنها متساقطة وذات نمو قوي بالإضافة إلى أن أوراقها ذات قيمة غذائية ومستساغة من الحيوانات. ويبين شكل ٥ تصميم لأحد هذه المصدات.



شكل رقم (٥) : يوضح نموذجاً لأحد مصدات الرياح لحماية مزارع الأتاج الميراث.

### ٣- مصدات الرياح حول مناطق الخدمات العامة:

وهي تشمل مصدات الرياح التي تزرع على جوانب طرق المواصلات والسكك الحديدية والترع والمصارف وغيرها. في هذا النوع من المصدات لا يوجد نظام معين لتصميم المصد ولكن يراعى الآتي:

- ١- عدم تدخل الأشجار مع المكان المراد حمايته فمثلاً في حالة الطرق الضيقة لا ينصح بالزراعة على جانبي الطريق لأن تيجان الأشجار قد تتداخل مع بعضها وتسبب خفض في شدة الإضاءة.

٢- توجه العناية أكثر إلى عدم وجود فتحات بالجزء السفلي من المصد خاصة إذا كان الهدف هو حماية الأرض أساساً وفي مثل هذه المصدات يكون الاهتمام بطول الأشجار أقل لعدم الحاجة إلى حماية مسافات عريضة.

٣- إذا كان الهدف هو حماية المساكن يجب إقامة المصدات على مسافة لا تقل عن ٥٠ متر لأقرب مسكن خاصة في المناطق الحارة حيث يسبب المصد رفع درجة الحرارة عدة درجات خلفه مما يؤدي إلى الإحساس بالحرارة في فصل الصيف.

٤- عند حماية المناطق الممكنة يراعى أن تكون الأشجار ذات قيمة جمالية بالإضافة إلى توفير الحماية للمكان.

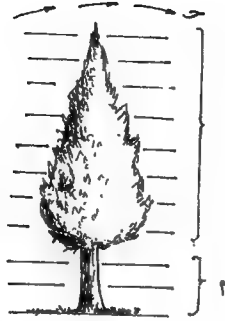
وفي هذا النوع من المصدات يكفي عادة نصف واحد من الأشجار يزرع على أحد جوانب أو جانبي المنطقة المراد حمايتها.

#### التأثيرات البيئية لمصدات الرياح

تؤثر مصدات الرياح على سرعة الهواء ودرجة الحرارة والبخر وغيرها من العوامل البيئية في المنطقة المحمية خلف المصد مما يؤدي إلى وجود مناخ دقيق Microclimate بالمنطقة المحمية يختلف عن المناخ العام بالمنطقة.

#### التأثير على سرعة الرياح:

يؤدي وجود مصدات الرياح إلى خفض في سرعة الرياح في المنطقة المحمية خلف المصد وقد يصل هذا الخفض في بعض الأحيان إلى ٧٥% من السرعة الأصلية حيث تبلغ سرعة الرياح عند أقصى خفض لها ٢٥% من سرعتها الأصلية وبدراسة ما يحدث للرياح عند اصطدامها بأشجار المصد نجد الآتي كما هو موضح بشكل ٦.

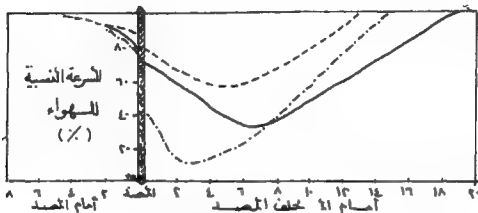


شكل (٦) : سلوك الرياح عند إصطدامها بالمصد .

يمر جزء من الرياح أسفل التاج في المنطقة ( ١ ) الخالية من الفروع مع تغير بسيط في سرعته بينما يمر الجزء الأكبر خلال التاج الذي يعمل كمرشح Filter يؤدي إلى انخفاض شديد في سرعته في هذا الجزء ويمر جزء آخر بسيط أعلا التاج والمحصلة النهائية لذلك انخفاض في سرعة الرياح خلف أشجار المصد وقد وجد من الدراسات أن المسافة المحمية خلف المصد تتحدد أساساً بطول الأشجار بينما يتوقف مدى الخفض في سرعة الهواء على الكثافة التاجية وأن المسافة المحمية خلف المصد تتراوح من ١٥-٢٠ مرة قدر ارتفاع أشجار المصد بينما يتوقف المدى الذي يحدث عنده لكبر خفض على الكثافة التاجية. والخفض في سرعة الرياح لا يبدأ خلف المصد ولكن يبدأ من أمامه بمسافة تتراوح من ٤-٦ مرات قدر ارتفاع الأشجار. تفضل المصدات المتوسطة الكثافة بالنسبة للمحاصيل الحقلية أما بالنسبة لمحاصيل الفاكهة. تفضل المصدات الكثيفة.

وبدراسة ما يحدث للهواء عند الارتفاعات الأعلى والتي توجد عليها محاصيل الفاكهة وجد أن تأثير المصدات الكثيفة كان أفضل وعلى ذلك.

ويجب عدم زيادة كثافة المصدات بدرجة شديدة لأنه في حالة مصدات الرياح الكثيفة جداً تحدث دولامات هوائية تسبب أضراراً للمحصول كما هو موضح بالشكل رقم ٧.



الشكل (٧) : سلوك حركة سرعة الهواء خلف وأمام مصدات الرياح مختلفة الكثافات.

#### العوامل التي تحدد الكثافة التاجية:

كما ذكرت من قبل فإن الكثافة التاجية هي النسبة المئوية من مساحة المصد المغطاة بالتيجان و → يمكن التحكم في الكثافة التاجية عن طريق عدة عوامل هي:

#### ١- المسافة بين الأشجار وبعضها:

تحدد الكثافة التاجية خاصة في المصدات المكونة من صف واحد بالمسافة بين الأشجار وبعضها فكلما زادت المسافة بين الأشجار عن حد معين لا يسمح بتلاصق التيجان انخفضت الكثافة التاجية وعلى هذا يمكن التحكم في الكثافة التاجية للمصد عن طريق التحكم في المسافة بين الأشجار.

## ٢- نظم الزراعة:

عند وجود مصدر به أكثر من صف فإن زراعة الأشجار بحيث تكون متبادلة مع بعضها في الصفوف (شكل رقم ٨ ب) يكون أكثر كفاءة في خفض شدة الرياح عما لو زرعت الأشجار متقابلة مع بعضها في صفوف (الزراعة في أركان مربعات أو مستطيلات) (شكل ٨ أ) أي هواء يمر بين أشجار الصف الأول في الطريقة المتبادلة سيقلبه أشجار الصف الثاني.

X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X

شكل (٨ ب): نظم زراعة الأشجار متبادلة في الصفوف

شكل (٨ أ): نظم زراعة الأشجار متقابلة في الصفوف

## ٣- العمر:

يؤثر عمر الأشجار على كلا من المسافة المحمية والكثافة التاجية كالآتي:

أ- علاقة العمر بطول الأشجار وبالتالي علاقته بالمسافة المحمية.

ب- علاقة للعمر بالكثافة التاجية.

نجد أن الأشجار في بداية حياتها تكون ذات ثيجان صغيرة وتنمو حتى تتلاحم وبعد سن معين تبدأ الفروع السفلى في الموت وتكوين فتحات في الجزء السفلي من المصدر، وعلى ذلك تزداد الكثافة التاجية مع العمر حتى لمن الذي تبدأ بعده الفروع السفلى في الموت مما يستدعي زراعة صف من الشجيرات أو الأشجار الصغيرة بين أشجار المصدر أو أمامها لمنع مرور الهواء من الفتحات التي تكونت أسفل التاج.

## ٤- الظروف البيئية:

كلما كانت الأرض جيدة مع توافر المياه والظروف البيئية الملائمة كلما نمت الأشجار إلى أحجام أكبر وبالتالي تزداد الكثافة التاجية.

## ٥- الكثافة التلجبية للنوع:

كلما كان النوع المستخدم ذو تيجان كثيفة كلما كان تأثيره اكبر على خفض سرعة الرياح أثناء مرورها من التاج.

### تأثير المصدات على رفع درجة الحرارة خلف المصد:

وجد أن مصدات الرياح ترفع درجة الحرارة خلف المصد حيث ترتفع درجة الحرارة أثناء النهار خاصة في المناطق الجافة وقد وجد من التجارب أن هذه الزيادة بلغت ٥-٩°م في المنطقة القريبة من المصد وحتى مسافة تبلغ ٤ مرات قدر ارتفاع المصد ثم تنخفض درجة الحرارة بعد ذلك عند المسافات البعيدة، كما وجد في بعض الحالات زيادة في درجات الحرارة أثناء الليل وصلت إلى درجة واحدة مئوية.

وتأثير المصدات المفتوحة أو المتوسطة الكثافة على رفع درجة حرارة الهواء أثناء النهار أقل من تأثير المصدات الكثيفة لأن الأخيرة تمنع حركة الهواء أكثر مما يؤدي إلى زيادة تسخينه بواسطة أشعة الشمس.

وتأثير المصد على درجة الحرارة في المنطقة المحمية قد يكون مفيد أو ضار تبعاً للمحصول والموقع ومدى الزيادة في درجة الحرارة وموقع أشجار المصد بالنسبة للشمس ووقت اليوم وارتفاع أشجار المصد وكثافته.

وعلى سبيل المثال في المحاصيل العالية الاحتياجات الحرارية كالذرة نجد أن وجود المصدات بالمناطق الشمالية تؤدي إلى زيادة درجة الحرارة وتحسين النمو بينما في المناطق الجنوبية التي تتعرض للشمس قد تؤدي إلى احتراق الأوراق. وفي المحاصيل الشتوية التي تتضجع مبكراً نجد أن رفع درجة الحرارة يؤدي إلى زيادة النمو.

### تأثير مصدات الرياح على كمية البخر:

أوضحت الدراسات أن البخر ينخفض بدرجة كبيرة في المنطقة المحمية خلف المصد نتيجة لانخفاض حركة الهواء وقد يستمر الانخفاض إلى مسافة حوالي ٢٤ مرة قدر طول أشجار المصد.

وقد وجد أن الانخفاض في البخر يكون أعلا ما يمكن في الصيف والخريف ومتوسط في الربيع وأقل ما يمكن في الشتاء.

وقد وجد أن مصدات الرياح تؤدي إلى خفض البخر أثناء الري بالرش كما تقلل البخر من المياه بالخزانات والمجارى المائية، وهناك تلازم بين مدى الانخفاض في البخر وكثافة المصدات فالمصدات المنفذة خاصة في الجزء السفلي منها أقل كفاءة في خفض البخر عن المصدات الكثيفة.

ويرجع الانخفاض في كمية البخر إلى أسباب عديدة ومن أهمها أيضاً زيادة الرطوبة الجوية خلف المصد بكمية تتراوح ما بين ٢-٤% عن المناطق المكشوفة والتي بدورها تؤدي إلى تقليل للنتح من النباتات.

### تأثير مصدات الرياح على كمية المحصول:

أوضحت معظم الدراسات أن هناك زيادة في المحصول الكلي خلف المنطقة المحمية بالمصد عنها في المناطق الغير محمية. ويجب عند حساب لزيادة في المحصول حساب النسبة المئوية من مساحة الحقل الكلية المشغولة بالمصد وتعديل النسبة المئوية للزيادة.

وعلى ذلك فإن مصدات الرياح المكونة من صف واحد أو اثنين والتي تشغل نسبة لا تزيد عن ٢-٥% من مساحة الحقل الكلية هي الأحسن في تأثيرها

ونتيجة لاختلاف الأراضي والمحاصيل والظروف المناخية وطرق الدراسة وغيرها، هناك اختلاف في الاستجابة للمحاصيل من منطقة لأخرى وقد أوضحت الدراسات ما يلي:

١- نظراً لأن مصدات الرياح تؤثر على العوامل المناخية فمن المتوقع أن يكون لها تأثير على المحصول.

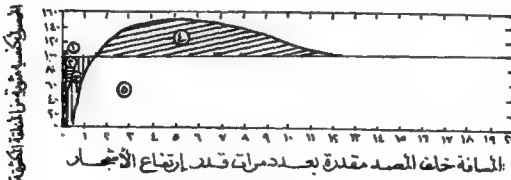
٢- نوع المحصول له علاقة كبيرة بمدى فاعلية المصد.

٣- للتأثير النسبي للمصد معبراً عنه كنسبة مئوية من المناطق المكشوفة يكون أكثر وضوحاً في السنوات ذات المناخ القاسي على الرغم من وجود هذا التأثير أيضاً في السنوات الجيدة.

٤- المصدات التي تمثل نسبة قليلة من مساحة الحقل الكلية لا تتعدى ٣-٥% هي التي تسبب زيادة حقيقية في المحصول الكلي.

٥- منطقة تأثير المصد على المحصول تصل إلى حوالي ٢٠ مرة لارتفاع الأشجار مع حدوث أقصى تأثير على مسافة لا تتعدى ٨ أمثال الارتفاع وتختلف هذه المسافة تبعاً للكثافة الناتجة.

ويبين الشكل رقم (٩) استنتاج عام لتأثير المصد على كمية المحصول مع ملاحظة أن النسبة المئوية للزيادة تختلف من محصول لآخر.



شكل (٩) : تأثير مصدات الرياح على المحصول المحمي

من الشكل يمكن استنتاج الآتي:

أ- تأثيرات موجودة في الحقل المحاط بمصدات رياح والحقل المفتوح:

(١) مشابهة (غير مزروعة).

(٢) فقد طبيعي في المحصول نتيجة الحواف.

(٣) المحصول الطبيعي بالحقل.

ب- تأثيرات نتيجة وجود المصد:

(٤) فقد للمحصول في المنطقة المجاورة للأشجار نتيجة التناقص ولأسباب أخرى وهذا

يمتد حتى ١-١,٥ مرة لدر ارتفاع الأشجار.

(٥) الزيادة في المحصول نتيجة تأثير المصد.

ج- الزيادة الصافية = (٥) - (٤)

الاختلافات في تأثير المصد خلال فترة حياته:

لا يوجد تأثير المصد عند بداية زراعته ويصل تأثيره أقصى ما يمكن عند تلاحم الشجيرات والوصول إلى الطول المستخدم في التصميم. وخلال الفترة الأولى من حياة المصد تكون الأرض مشغولة فقط بالأشجار ويبدأ تأثير المصد في الزيادة تدريجياً حتى تصبح الزيادة الناتجة في كمية المحصول مساوية للمساحة المشغولة بواسطة الأشجار وعند تلاحم الشجيرات يزداد تأثير المصد تدريجياً حتى يصل إلى أقصى ما يمكن ثم يبدأ في التناقص تدريجياً نتيجة تساقط الأغصان السفلى.

### الصفات الواجب توافرها في الأشجار المستخدمة كمصدات رياح:

- ١- أن تكون مستديمة الخضرة حتى تعطي التأثير المطلوب على مدار السنة.
- ٢- أن تكون ذات مجموع تاجي كثيف ومقاوم لفعل الرياح.
- ٣- أن تكون ذات مجموع جذري قوي حتى لا تقتلع بفعل الرياح.
- ٤- ألا يكون لها تأثير سيئ على الموقع أو تكون عائل لبعض الأمراض أو الحشرات أو التيماتودا التي تصيب المحاصيل الموجودة بجانبها.
- ٥- تكون سريعة النمو.
- ٦- تتحمل وتتأقلم وظروف التربة والمناخ المراد زراعتها فيها.
- ٧- لا تتكاثر بسهولة بالخلفات أو السرطانات التي قد تتحول إلى حشائش عنيدة يصعب السيطرة عليها.

### التأثيرات الضارة لمصدات الرياح:

- ١- التنافس بين أشجار المصد والمحصول على العناصر الغذائية والماء في المنطقة المجاورة للمصد وهذا التأثير يصل إلى مسافة لا تتعدى ٠,٥ - ١ مرة قدر ارتفاع أشجار المصد. ويمكن تلافي ذلك بعمل خندق بين أشجار المصد والمحصول لمنع امتداد جذور الأشجار جانبياً ومناصفة المحصول.
- ٢- بعض المحاصيل الحساسة للظل مثل القطن واللوزة يحدث نقص في كمية المحصول في المنطقة المجاورة للمصد نتيجة التظليل ويمتد هذا التأثير حتى مسافة ١-١,٥ مرة قدر ارتفاع أشجار المصد.
- ٣- أشجار المصد تكون ملجأ للطيور التي تهاجم المحاصيل وخاصة محاصيل الحبوب وتسبب خسائر كجيرة بها ويمكن التغلب على ذلك بمعاملة الطيور بالمواد الكيميائية وإسقاط أعشاشها.

٤- التأثيرات الأليوباثية أو تسمى التأثيرات المضادة Allelopathic effects نجد أن جذور الأشجار وكذلك الأوراق والقلف والثمار تفرز مواد كيميائية تنتشر مع ماء الري وتسبب عدم إنبات أو تقليل بذور الأنواع الأخرى حولها أو حتى نفس نوعها وأيضاً تؤدي إلى تقليل النمو للنباتات النامية حولها وهناك مواد كيميائية أخرى أهمها الفينولات بالإضافة إلى التانينات والزيوت الأساسية essential oils كما في الكافور وأحماض عضوية مثل الساليسيك في عائلة Salicaceae وكذلك زيادة تركم الأملاح وغيرها موجودة بتركيز أكبر في الأوراق والقلف عن الخشب ويزيد تركيز هذه الكيماويات عندما تصل الأوراق إلى مرحلة الشيخوخة وعند سقوطها وباختلاطها بماء الري تذوب أغلب المواد الفينولية بالماء ويصبح لها تأثير سلبي على إنبات البذور وعلى الكائنات الحية الدقيقة المفيدة والسمليات الفسيولوجية مثل التنفس والتمثيل الضوئي وعلى معدلات النمو للنباتات المزروعة بجوار الأشجار. وهذه الكيماويات المضادة يختلف تركيزها حسب النوع الشجري وأيضاً تختلف بين الأصناف داخل النوع الواحد فمثلاً أنواع الأشجار تحت جنس الكافور تزيد فيها كمية هذه الكيماويات المضادة عن أنواع كثير من الأشجار مثل الكازواينا أو الأكاسيا ودخل جنس الكافور نجد مثلاً أن الكافور الليموني يزيد فيه هذه الكيماويات عن الكافور البلدي ولتقليل هذه التأثيرات يجب كنس أو جمع أوراق الأشجار المتساقطة وتقل اختلاطها بماء الري أو تحسين عمليات الصرف من وقت لآخر ويجب اختبار النوع أو الصنف المناسب الذي تقل فيه هذه الكيماويات.

#### تجديد المصدرات:

في المصدرات الكبيرة للممر يلزم إزالة الأشجار وعمل مصد جديد ويجب البدء في عملية زراعة أشجار المصد الجديد قبل إزالة الأشجار الكبيرة بفترة لا تقل عن ٣-٤

مسنوات لضمان وجود نوع من الحماية عند إزالة المصد ويفضل زراعة الأشجار الجديدة أمام المصد الأصلي أو بين أشجاره تبعاً لظروف المنطقة.

أيضاً في المصدات التي تحيط بالحقول من جميع الجهات يفضل عدم إزالتها كلها في وقت واحد ولكن تزال بالتدريج على أن يحل محل المصد المزال مصدر جديد وذلك حتى لا تتكشف المنطقة مرة واحدة.

وفي حالة المصد المكون من صفين يتم قطع صف واحد ويترك الآخر وتزرع أشجار الصف الجديد وعندما تصل إلى السن المناسب القادر على أداء عمله يتم قطع الصف الكبير السن وزراعة البديل وهكذا.

الأنواع التي تستخدم كمصدات للرياح:  
هذه أنواع من الأشجار والشجيرات تصلح كمصدات للرياح ومن أمثلتها:

أشجار الكافور *Eucalyptus sp.*

أشجار الكازوارينا *Casuarina sp.*

الآثل (المجل) *Tamarix sp.*

السرو *Cupressus sp.*

ومن الشجيرات التي تستخدم هذا المجال أنواع من جنس الأكاسيا *Acacia sp.* وتستخدم للحماية السفلى بالإضافة إلى البروسويس *Prosopis sp.* والباركينسونيا

*Parkinsonia sp.* والـ *Leucaena leucocephala*

تثبيت الكثبان الرملية

تتكون الكثبان الرملية المتحركة من حبيبات رمل منقولة ومترسبة بواسطة الرياح  
منشأ الكثبان الرملية:

تقسم الكثبان الرملية تبعاً لانتشأها إلى كثبان ساحلية وفيها يكون مصدر الرمال للتيارات البحرية التي تنقل الرمال إلى الشاطئ (نتيجة عمليات المد والجزر) التي

تتجمع لتكون الكثبان الرملية وعندما يكون مصدر الرمل من الأراضي الداخلية فإنها تسمى كثبان داخلية أو قارية.

### أنواع الكثبان الرملية:

تتشكل الكثبان الرملية ويعاد تشكيلها بواسطة الرياح ولكن تبقى في أشكال محددة يمكن تقسيمها إلى ٣ أنواع هي:

١- الكثبان الهلالية *crecent dunes* أو البرخان وهذا النوع من الكثبان يتكون بالمناطق التي بها اتجاه واحد سائد للرياح.

٢- الكثبان الطولية (كثبان السيف) وهي تتكون بالمناطق التي بها اتجاهين للرياح أو لها اتجاه واحد رئيسي ينقسم نتيجة للمواقع الطبوغرافية.

٣- الكثبان النجمية: وهي لا يوجد بها اتجاه سائد للرياح على مدار العام (أكثر من اتجاهين) وكل نوع من هذه الكثبان له ٣ مستويات من التركيب هي:

أ- الصورة البسيطة *Simple* من الكثبان (كثبان فردية هلالية)، طولية ، نجمية).

ب- الصورة المركبة *Composed form* وهي تتكون من وحدات من نفس النوع تتجمع في أعداد أكبر وأحجام مختلفة.

جـ - الصورة المعقدة: وهي تجمع لأنواع وأحجام مختلفة من الكثبان الرملية نتيجة لتواجد بجانب بعضها أو زحف بعضها فوق البعض الآخر.

وفيما يلي وصف بسيط لكل نوع من الأنواع السابقة.

**الكثبان الهلالية:** تشمل عائلة الكثبان الهلالية البرخانات والكثبان الرملية التي تشبه القطع الدائس وتتميز بالآتي:

أ- وجود وجهين للكثيب أحدهما طويل ذات تحدار بسيط وهذا الجانب المولج للرياح وهو الجهة التي يحدث بها ترسيب أو هجرة للرمال والجانب الواجة أو الجهة وهو وجه انسيابي شديد الانحدار ويترسب الرمل على هذا الجانب.

ب- وجود قمة نشطة وهي نقطة التقاء الجانب المولج للرياح مع الجهة والتي تكون الأسطح التثائية.

وتتقدم الكثبان الهلالية (البرخان) إلى الأمام في اتجاه الرياح نتيجة انهيار الرمل أسفل الجبهة ويتراوح معدل تقدم هذه الكثبان من ٥-٣٠ متر سنوياً.

## ٢- الكثبان الطولية أو كثبان السيل:

وهذه قد يصل طولها إلى عدة مئات من الأمتار في الارتفاع وعدة مئات من الكيلو مترات في الطول والكثيب المتوسط يصل إلى حوالي ٤٠ كم في الطول، ٥٠-١٠٠ متر في الارتفاع وتتج هذه الكثبان نتيجة رياح قوية صودية على اتجاه الرياح الأصلية.

وعلى هذا يتحرك رمل الكثيب موازى لمحور تجمع الرمل الذي يزداد في الطول باستمرار عن طريق الترسبات الرملية.

## ٣- الكثبان النجمية:

تتكون الكثبان النجمية نتيجة وجود رياح من عدة اتجاهات ويكون شكلها عادة هرمى ولها ٣ أذرع أو أكثر ممتدة حتى القمة ولحد مميزات هذه الكثبان هو الانحدار الشديد لأذرعها من القمة إلى القاعدة وهي كثبان متحركة تغير أذرعها فقط مكانها وطولها.

ويوجد نوع من الكثبان يسمى الكثبان العرضية وهو ينشأ نتيجة التحام الجهات الموجهة للرياح للكثبان الهلالية أو البرخان مع بعضها مكونة انحدارات عمودية على اتجاه الرياح السائدة وينشأ هذا النوع نتيجة وجود عائق طوبوغرافى بالمنطقة.

#### تثبيت الكثبان الرملية:

المبدأ العام فى تثبيت الكثبان الرملية هو أنه مهما استخدمت طرق ميكانيكية أو كيميائية فإنها تصبح غير فعالة بعد مدة إذا لم يتم زراعة كماء خضرى.

#### التثبيت المؤقت:

تحتاج الكثبان الرملية المتحركة إلى نظم ميكانيكية أو معاملات كيميائية لحماية البلادات من الاحتكاك بالرمل بفعل الرياح.

#### التثبيت الميكانيكى:

يتم التثبيت الميكانيكى بواسطة الأسيجة وتستخدم فيها أى مادة نباتية موجودة بالمنطقة وفى المناطق التى تهب منها الرياح ويجب ألا يزيد طول هذه الأسيجة عن ٩٠سم فوق سطح الأرض حيث أن معظم الرمال المنقولة تكون فى طبقة الـ ٣٠ سم السطحية كما يجب أن تكون منفذة حتى تسمح بتجمع الرمال خلف السياج وفى حالة وجود رياح متعددة تهب فى اتجاه مختلف عن الاتجاه السائد للرياح تعمل مربعات من الأسيجة وعصاة تتراوح المسافة بين أى سياجين متواليين من ٣-١٥ متر حسب اتجاه وشدة الرياح.

وهناك أنواع مختلفة من الأسيجة تبعاً للغرض من استخدامها فهناك الأسيجة المجمعة للرمال والأسيجة المحولة للرمال والتى قد تكون ألواح من الصاج وهكذا ويختلف تركيب السياج تبعاً لسرعة الرياح وفى المناطق التى بها رياح متوسطة السرعة يكتفى

بربط الأعواد أو سعف السخيل بحبل وفى المناطق المعرضة لرياح شديدة تقوى الأسيجة أكثر بترتيب الأعواد مائلة في اتجاهات مختلفة.  
أيضاً يشمل التثبيت الميكانيكى استخدام شبك من البلاستيك لتغطية سطح الكتبان ومنعها من الحركة.

#### التثبيت الكيماوى:

ويتم لما بواسطة البترول الخام أو المواد الكيماوية تستخدم الطرق الكيماوية على نطاق كبير في عدد من الدول خاصة المنتجة للبترول وأهم أنواع المواد الكيماوية المستخدمة هي:  
الزيوت الثقيلة مثل البيوتومين.  
الشموع.  
الزيت الخام.  
المنتجات الكيماوية.

وهذه المواد باستثناء الزيت الخام تستخدم على نطاق غير واسع في تثبيت الكتبان في المناطق الجافة

#### التثبيت المستديم:

الطريقة الوحيدة الفعالة لتثبيت للكتبان الرملية هي التثبيت البيولوجى باستخدام النباتات وعادة يتم التثبيت باستخدام الأشجار والشجيرات والأعشاب وتستخدم الأعشاب في الكتبان الساحلية المجاورة للشاطئ.  
وعادة تبدأ عملية التثبيت بعد انتهاء عملية التثبيت المؤقت. ولبدء عملية التثبيت يجب الانتظار حتى تسقط أمطار تكفى لابتلال وتثبيط الطبقة السطحية وتستمر عملية التثبيت

إلى قبل انتهاء المطر بفترة بسيطة وعلى ذلك بمصر تتم عملية تثبيت الكثبان الرملية في الفترة من ديسمبر - مارس وهي فترة سقوط الأمطار.

#### الأنواع المستخدمة في التثبيت:

يجب أن تتوفر في الأنواع المستخدمة في تثبيت الكثبان الرملية الصفات الآتية:

أ- تحمل ومقاومة الجفاف

ب- يجب أن تتميز هذه الأنواع بمجموع جذري قوى يمكن أن يمتد لدخل التربة حتى يصل إلى الطبقات الرطبة.

ج- يجب أن يكون له القدرة على النمو تحت ظروف الكثبان التي لا تتوفر بها العناصر الغذائية ولهذا تفضل الأنواع البقولية التي لها القدرة على تثبيت الكثبان.

د- تحمل الرياح

وتوجد أنواع من الأشجار والشجيرات تستخدم في تثبيت الكثبان الرملية وأهم الأنواع المستخدمة بمصر هي:

*Prosopis juliflora* و *Acacia tortilis* و *Acacia saligna*

وهذه الأنواع بقولية لها القدرة على تثبيت النيتروجين كما أن أوراقها مستساعة للحيوانات وبها نسبة عالية من البروتين الخام وتصلح قرونها أيضا للتغذية.

الإبل *Tamarix articulata*

التعطف *Atriplex sp* ومعظم أنواع التعطف أنواع تستخدم كأعلاف.

الخروع *Ricinus communis*

الميسيل *Agave sisal*

*Parkinsonia aculeata*

وعادة يبدأ التثبيت من بداية ذيل الكثيب ويستمر إلى أعلا حتى يصل للقمة.

### المراجع:

- طلعت عبد الحميد عمران (دكتور) محاضرات في إنتاج شتلات الأشجار الخشبية وتنجير المناطق الجافة.
- منظمة الأغذية والزراعة ١٩٩٣، مقاومة التصحر بالسودان - ولاية دارفور إعداد د/ طلعت عبد الحميد عمران.
- منظمة الأغذية والزراعة ١٩٩٦، مقاومة التصحر باليمن. إعداد د/ طلعت عبد الحميد عمران.
- جهاز شؤون البيئة ، ١٩٩٧ ، الخطة القومية للتنجير (د/ طلعت عمران وآخرون) .



## **الباب السادس**

# **النمو في الأشجار**



## الباب السادس

### النمو في الأشجار

تعتبر الأشجار من النباتات المعمرة وقد يتجاوز البعض من أنواعها ٥٠٠٠ عام في العمر. ونمو الأشجار يمتد في سلسلة من المراحل ابتداء من إنبات البذرة لإنتاج البادرة حتى ما بعد النضج.

والنمو هو الزيادة الطبيعية في عدد الخلايا والأنسجة وإن كان معدل يختلف حسب مراحل النمو حيث نجد أنه يكون ذا معدل سريع في السنوات الأولى من عمر الشجرة ثم يبدأ هذا المعدل في التناقص التدريجي.

وقد تم تقسيم النمو عموماً على عدة أسس منها الأساس البيولوجي وفيه يقسم النمو إلى نمو خضري *Vegetative growth* ونمو تكاثري *Reproductive growth* وقد يقسم أيضاً على أساس التركيب التشريحي والظاهري إلى نمو أولي *primary growth* ونمو ثانوي *secondary growth*

وسوف نتناول هنا ببعض من التفصيل كل من النمو الأولي والنمو الثانوي من الناحية التشريحية.

#### النمو الأولي والثانوي في الأشجار

##### النمو الأولي *Primary growth*:

هو كل النموات الطرفية والجانبية الناتجة عن المرسيمات القمية وعلى الرغم من أن المرسيمات القمية في كل النباتات الوعائية لها نفس الوظائف إلا أنها تختلف في ترتيبها وتنظيمها في المجموعات المختلفة، حتى في بعض النباتات الغير وعائية مثل بعض الطحالب التي تنمو نتيجة تركيز نشاط الانقسام في الخلية الطرفية للثالوث، وفي معظم النباتات البدائية مثل الحزازيات القائمة والحزازيات المنبسطة والسراخس يحدث النمو الابتدائي نتيجة وجود خلية طرفية كبيرة الحجم مثقبة الشكل توجد في قمة الفروع والجذور، وفي بعض النباتات الوعائية للزهريّة *Lycopside* لا توجد خلية

طرفية واحدة ولكن توجد مرستيمات في كل من الفروع والجذور عبارة عن مجموعة مرتبة من الخلايا الجنينية ويوجد تركيب مشابه لذلك في معراة البذور  
Angiosperms و Gymnosperms ومنطقة البذور

#### المرستيمات القمية للأفرع والسيقان:

وضع المالم Schmidt سنة ١٩٢٤ نظرية اللغلاف والبدن Tunica - corpus التي  
توضح التركيب العام للمرستيمات. القمية للأفرع في منطقة البذور.

وتتكون منطقة اللغلاف Tunica من طبقة من الخلايا تمتد عبر المنطقة القمية (نتيجة  
تسوق الانقسامات العمودية anticlinal divisions حيث تزايد من صف إلى اثنين إلى  
ثلاثة..... السخ)، بينما تتكون منطقة الـ Corpus من كتلة داخلية من الخلايا لا توجد  
في طبقات وتتكون نتيجة انقسام الخلايا في اتجاهات متعددة.

وفي معظم معراة البذور Gymnosperm فإن نظام الطبقات في منطقة الـ Tunica  
غير موجود، لذلك فهي لا تخضع لهذه النظرية.

وقد لاحظ Sachs أن هناك نظاماً للطبقات في قمم أفرع الشوح *Abies pectinata*  
يمكن تشبيهها بمجموعة من منحنيات قطع ناقص أسفل قمة المرستيم تماماً.

كما وجد Foster سنة ١٩٣٨ أن هناك ٥ مناطق محددة في قمة نبات الجنكو تتكشف  
إلى مناطق مرستيمية هي:

- ١- المجموعة القمية Apical Initial group.
- ٢- الخلايا الأمية المركزية Central mother cells.
- ٣- المنطقة الانتقالية "Cambium like" Transition Zone.
- ٤- المنطقة الجانبية Peripheral zone.
- ٥- المنطقة المرستيمية الأساسية Rib meristem Zone.

وقد وجد Chan & Popham عام ٥٠ تركيباً مشابهاً على ذات الورق العريض وعموماً فإن مناطق المرسيم القمي موضحة في شكل ١ .

لم تحظى المرسيمات القمية لذوات الفلقة الواحدة وبخاصة الأنواع الشبيهة بالأشجار كالنخيل باهتمام مثل الأنواع لذوات الفلقتين ومعرفة البذور وتختلف المرسيمات القمية بين الأنواع تبعاً للعمر والموقع والحالة الفسيولوجية للنبات، حيث تختلف في حجمها وشكلها وتركيبها الداخلي.

وبصفة عامة لا يوجد بالبادرات الصغيرة تكشف واضح للمنطقة القمية وكلما تقدمت في العمر يتواجد نظام واضح ومحدد لترتيب هذه المنطقة. كذلك يمكن تحديد المناطق المختلفة من المرسيمات القمية بواسطة حجم الخلايا ووجود الفجوات وقابليتها للصبغ (أخذ الصبغة) Stainability ومستويات الانقسام بها.



شكل (١): يوضح المناطق المختلفة في المرسيم القمي.

أ - تشكيل الخلاف والبدن في بعض مغطاة البذور (غ: الخلاف، ب: البدن) وفقاً للنظرية شملت عام ١٩٢٤.

ب- المناطق الخلوية المختلفة في العديد من مغطاة البذور وفقاً للنظرية لوستن عام ١٩٣٨. ١: القوة القمية، ٢: خلايا أديم مركزية، ٣: منطقة الانتقال، ٤: المنطقة المحيطية و ٥: المرسيم العرضي.

ج- المناطق الخلوية في العديد من مغطاة البذور وفقاً لشان وويليام عام ١٩٥٠. (١: الخلاف، ٢: الخلايا الأديمية المركزية، ٣: منطقة كامبيومية، ٤: مرسيم عرضي و ٥: المنطقة المحيطية).

## مصدر الأوراق

تنتج كل الأوراق من مرستيمات قمية نتيجة انقسامات محيطيه في الطبقات الخارجية للمنطقة المرستيمية الجانبية

وفي معظم زوات الفلقتين (مغطاة البذور) تحدث الانقسامات المحيطة الاولى في الطبقة الثانية والثالثة تحت السطح يليها انقسامات عمودية على الطبقة السطحية .

وفي بعض زوات الفلقة الواحدة تحدث انقسامات عمودية على الطبقة السطحية تؤدي لتكوين معظم أنسجة الورقة.

وعلى ذلك ففي مغطاة البذور نجد أن الأوراق قد تنتج فقط من منطقة الـ *Tunica* أو من خلايا من كل من الـ *Tunica* والـ *Corpus* تبعاً لسبك منطقة الـ *Tunica* .

فإذا كانت الـ *Tunica* طبقة واحدة: تنتج الأوراق من الـ *Corpus* .

وإذا كانت من طبقتين أو ثلاث طبقات: تنتج الأوراق من كل من الـ *Tunica* والـ *Corpus* .

وإذا كانت أكثر من ٥ طبقات فتنتج الأوراق من الـ *Tunica* .

بينما في ممرأة البذور تنشأ الأوراق من الطبقة الخارجية من خلايا المنطقة الجانبية نتيجة انقسامات محيطية وقطرية وتصبح بواديء الأوراق ظاهرة للعين على جانب قمم الأفرع كنتكات صغيرة وبعد ذلك تنمو الأوراق للصغيرة لأعلى وتتكشف إلى الأنسجة المختلفة *Dorsiventral structures* (بشرة - قشرة - نسيج ليفي أو عادي.....)

(مع وجود بعض الاستثناءات مثل في بعض ممرأة البذور)

وقد تتكشف أوراق بعض الأنواع الخشبية باستمرار بدون توقف تبعاً لوقت تكشفها فالأوراق التي تتكون في نهاية الموسم في بعض المناطق المعتدلة ولأوراق محددة بالمناطق الاستوائية تستمر في نموها بدون توقف .

بينما في معظم الأنواع الأخرى نجد أن الأوراق المتأخرة تتعرض في مراحل تكشفها المختلفة لفترة مسكون في صورة براعم شتوية وتستعيد نموها مرة أخرى في الربيع

التالي، ونتيجة للنظام الدقيق لتكشف بوادئ الأوراق بواسطة المرستيمات القمية تكون ظاهرة الاقتران الزلوي أو الحلزوني Phyllotaxy والتي مازالت مجالا للدراسة والمناقشة.

والمسافة القصوى التي يمكن أن تتواجد في النبات هي في الأنواع التي لها أوراق متقابلة (الزأوية بينها ١٨٠°) مع زوايا أقل في الأنواع التي بها أوراق متبادلة.

#### أصل الفروع الجانبية :

تنتج الأفرع الجانبية من براعم إبطية تتكون بعد إكتمال الأوراق، ويختلف نظام خروج البراعم الجانبية بدرجة كبيرة بين الأنواع وعلى ذلك فمن الصعب تحديد إذا ما كان كل بوادئ البراعم الإبطية أو جزء منها تنتج مباشرة من المرستيم القمي للفرع الجانبي أو جزئيا من تسيج العقدة.

وتشبه المرحلة الأولى لتكوين البراعم الجانبية نفس نظام تكوين الأوراق، حيث تحدث انقسامات محيطية وصدوية في الطبقات السطحية لقمم الأفرع الصغيرة، ونتيجة لزيادة النمو يحدث تكون نتوء يعطي المرستيم الذي يكون الفرع والذي يتشبه في تركيبه تماما مع المرستيمات القمية السابق ذكرها، وبمجرد استطالة أو تكشف البرعم إلى فرع يبدأ تكوين أوراق بنفس الطريقة السابقة وهذه تعطي أفرعا ثانوية أو جانبية أخرى.

#### تكشف الأنسجة الوعائية الأولية

تبدأ عملية تكشف الخلايا والأنسجة مع تكوين الخلايا الجديدة، ونتيجة للتكشف تتغير كل الخلايا حتى الخلايا المرستيمية، ففي المرستيمات الرئيسية يؤدي تكشف الخلايا إلى تكوين الطبقات المرستيمية المختلفة، وباستمرار النمو والتكشف تحدث تغيرات واضحة في الخلايا وتتكشف الأنسجة تحت القمة المرستيمية، ويبدأ تكون النظام الوعائي ويعطي الكامبيوم الأولي Procambium الذي يفصل بين الخشب للدخل

والسحاء الخارج وهو على هيئة تركيب أسطواني يتكشف مع تكشف الأوراق، وعادة يتم تكشف شرائط الكامبيوم الأولى من أسفل لأعلى Acropetally في بواىء الأوراق Leaf Primordia لنوات الفلقين ومعرفة البذور، بينما في نوات الفلقة الواحدة خاصة النباتات الشبيهة بالأشجار يستمر التكشف إلى أسفل عند قواعد الأوراق المتكونة حديثاً (من أعلى إلى أسفل) Basipetally

وتبدأ تكشف العناصر اللجائية قبل عناصر الخشب حيث أن تحرك السكريات والمواد الغذائية وانتقالها إلى أعلى مهم لوجود نشاط ميتابولزمي عالي في قمة الساق أثناء موسم النمو، وتتكشف عناصر الخشب الأولى Primary xylem في البداية على الجانب الداخلى من شريط البواىء الكامبيومية بالقرب من قواعد الأوراق الصغيرة عادة ويتصل بالخشب الناضج في الساق، وقد تتكشف عدة صفوف رأسية من العناصر الخشبية كوحدات منفصلة قبل أن تتصل بالخشب الموجود تحتها، وهذا النوع من تكشف القصيات يعكس تأثير الهرمونات أو الأوكسينات حيث أن مستوى الأوكسين أو بواىء الأوكسين Auxin precursors يكون عالي عند قواعد الأوراق المتكشفة حديثاً، وعلى الرغم من أن نظام التكشف الوعائى يختلف بين الأنواع النباتية ولبضاً داخل نفس القمة apex، وتبهما للأحوال الغذائية فإن هذا النظام واحد أو عام لكل النباتات البذرية.

## فسيولوجيا النمو في الساق والأفرع Physiology of stem and shoot growth

حتى عام ١٩٣٠ كانت معظم الدراسات الخاصة باستطالة الساق Shoot elongation تتعلق بتأثير العوامل البيئية على معدل وفترة النمو وتحديد مدى أهمية العناصر الغذائية الكبرى المختلفة ومستوياتها المثلى لتكشف ونمو النبات طبيعياً، كما أجريت دراسات على تأثير العوامل الطبيعية مثل الحرارة والضوء والماء على بعض العمليات مثل البناء الضوئي والتنفس. وفي هذه الدراسات كان يتم تحليل منحنى النمو رياضياً، وعلى ضوء منحنى النمو يبرر عن النشاط الفسيولوجي بالاختلافات في ميل لو شكل المنحنى للمعاملات بمقارنتها بالنباتات الغير معاملة. ومع معرفة التركيب الكيميائي لمنظمات ومنشطات النمو خاصة IAA تحول الاتجاه من دراسة تأثير العوامل البيئية الخارجية على استطالة الساق إلى العوامل البيوكيميائية. وخلال السـ ٢٠ سنة التالية لهذا الاكتشاف أجريت مئات من الدراسات والملاحظات على مختلف أوجه نمو النبات ووجد أن الأوكسينات مرتبطة بكل عملية فسيولوجية تحدث في النباتات الراقية.

في عام ١٩٥٠ اكتشفت منظمات نمو طبيعية أخرى مثل الجبرلينات والميتوكينينات تشترك مع الأوكسين في التحكم في مختلف عمليات التكشف في النبات، كما اكتشفت مواد أخرى طبيعية تثبط فعل هذه المنشطات وأصبحت الميكانيات الداخلية المتحركة في النمو والمستويات الفعالة للمواد المنشطة أو المثبطة التي يستجيب لها النمو والتي تعد هامة لتحديد نظام النمو الابتدائي معقدة للغاية ولأن النباتات الخشبية معمرة فإنها أكثر تعقيداً من النباتات العشبية.

## الأفرع الطويلة والقصيرة Long and short shoots

يوجد في معظم النباتات الخشبية شكلان ظاهريان مميزان للأفرع هما الأفرع الطويلة والقصيرة. وكانت الأفرع القصيرة في المخروطيات تسمى بالسيقان القزمية Dwarf shoots بينما في الأشجار المتساقطة خاصة أشجار الفاكهة تسمى بالأفرع الدائرية (الدوابر) Spur shoots.

وتختلف درجة التحكم الوراثي في السيقان القصيرة بدرجة كبيرة ففي أجناس الصنوبر واللاكركس يمكن التنبؤ بنظام توزيعها بدرجة كبيرة بينما في حالة الجنكو يختلف توزيعها إلى حد ما ولكن يمكن التنبؤ به في الأشجار الممثلة.

وفي الأنواع المتساقطة توجد اختلافات كبيرة عن الأنواع المخروطية في طبيعة الأفرع القصيرة ، وفي بعض الأجناس مثل الخوخ والكمثرى والموالح تتكون الأفرع في نظام ثابت نوعاً بطول الصاليج ، بينما في أجناس الزان *Fagus* والزيزفون *Betula* والإسفندان *Acer* من الصعب التنبؤ بتوزيع الأفرع القصيرة على الصاليج بالرغم من أنه عادة ما يزداد مع العمر حيث وجد أن أكثر من ٩٠% من أفرع أشجار الـ *Acer rubrum* التي عمرها ٢٠ سنة فأكثر تكون أفرعاً قصيرة.

ويدرس العوامل الفسيولوجية التي تتحكم في نمو الأفرع القصيرة وجدا الباحثين أن الأفرع القصيرة لا يمكنها الاستمرار في النمو بدون أن تتحول لأفرع طويلة، وأطلق على هذه الحالة إعادة إنتاج الأفرع ولاحظوا أن هذا التحول من الأفرع القصيرة إلى الطويلة وبالعكس كان واضحاً في كثير من الأنواع.

وأوضحت الدراسات التي أجريت على تكشف البراعم في الجنكو أنه لا يوجد أي فروق كمية بين المنطقة المرستيمية القمية في كل من الأفرع الطويلة والقصيرة، وأن الفروق ترجع إلى اختلاف نشاط كل منهما.

ففي الأفرع الصغيرة تغسل المنطقة تحت القمية في أن تصبح نشطة وقت تفتح البراعم وعلى ذلك تكون استطالة السلاميات قليلة لو منعمة.

وفي نبات الجنكو تكون براعم الأفرع القصيرة والطويلة متشابهة بينما تختلف هذه البراعم في مظهرها في حالة الـ *Larix*.

أيضا أنواع الصنوبريات التي تمر بالمرحلة العشبية يظل الفرع الرئيسي للنبات ساقا قصيرة لعدة سنوات بعد الإنبات ، فمثلا بإدرات الـ *Longleaf pine* (*P. palustris*) تظل في المرحلة العشبية من ٧-١٥ سنة تبعا لمدى التنافس وقوة نموها ثم تتحول بعد ذلك إلى أفرع طويلة.

وبدراسة كمية الأوكسين المنتشر في الساق أثناء المراحل المختلفة لتكشف البراعم في نبات الجنكو وجد كمية الأوكسين المنتشر في الأفرع الطويلة أو القصيرة تزداد أثناء فترة انتفاخ البرعم وتتناقص بمجرد تفتحه. وعلى ذلك فإن البراعم التي تتكشف إلى مسيقان قصيرة تعطي أوراقا بدون أي استطالة للسلاحيات ومع استمرار مستويات الأوكسين بها في التناقص. وعلى النقيض من ذلك فإن البراعم التي تتكشف إلى أفرع طويلة ينشط بها إنتاج الأوكسين المنتشر بمجرد نشاط المرستيمات الأساسية.

وقد وجد في حالة بإدرات الجنكو الصغيرة القوية إن إزالة براعم الأفرع القمية الطويلة قد يتسبب في انطلاق واحد أو أكثر من بواىء الأفرع القصيرة على الساق أسفلها. بينما يؤدي إزالة هذه البراعم وإضافة تراكيزات عالية نغثالين حامض الخليك (NAA) ٥٠٠٠ جزء في المليون في عجينة اللاتولين ( يؤدي لمنع تكشف معظم البراعم إلى أفرع طويلة، وبناءا على هذه الملاحظات استنتج الباحثون أن الأوكسين الأتى من البراعم القمية التي تستطيل يحدد إذا ما كانت البراعم الجانبية سوف تتكشف إلى أفرع طويلة أو تظل قصيرة كما هي. في حالة أشجار المسنة كان التكتشف إلى أفرع طويلة مختلف بدرجة كبيرة وعلى ما يبدو فإنه متلائما بدرجة كبيرة مع قوة نمو الأفرع الفردية. في بإدرات الصنوبر طويل الأوراق يبدو أن وجود الأفرع القصيرة يعد أكثر تعقيدا وتوجد تحت تحكم وراثي فالفرع الرئيسي ينمو كفرع قصير وينتج أوراقا أبرية كثيرة تحمل أفرعا قصيرة تنرتب حلزونيا وتكون متزاحمة حول الساق مما

يعطي أفرعا قصيرة عديدة موجودة على الفرع الرئيسي القصير أيضا وهذه الظاهرة لا يمكن تغييرها لأن نشاط الـ Rib meristems مثبط تماما ولا يتأثر بمعاملات الإرتفاع والفترة الضوئية وإضافة الكاينتين وأندول حامض الخليك. الملاميات.

### الكامبيوم الوعائي

#### The vascular cambium

لم يتفق الباحثين في كل المجالات على المكونات القطرية للكامبيوم الوعائي و استنتج Theodore Hartig سنة ١٨٥٣ أن الكامبيوم الوعائي عبارة عن طبقة مكونة من صنفين من الخلايا تكون إحداهما الخشب في اتجاه الأخرى تنتج خلايا اللحاء في الاتجاه المضاد.

في سنة ١٨٧٣ اقترح Sanio أن الكامبيوم نفسه يتكون من طبقة واحدة من الخلايا وفي كل مرة يحدث الانقسام لبواديء الكامبيوم. تظل أحد الخلايا المكونة كبادئ كامبيومي بينما تصبح الأخرى خلية خشبية أو لحائية أمية حسب مرحلة الانقسام وهذه الخلايا الأمية عادة ما تنقسم مرة أو أكثر قبل أن تتكشف وتتضج إلى خلايا خشب أو لحاء.

وبالنظر إلى القطاع العرضي للمناق أثناء قمة فترة نشاط الكامبيوم نجد أنه من الصعب تحديد موقع بواديء الكامبيوم الوعائي بسبب الانقسامات المتكررة للخلايا الأمية الخشبية أو اللحائية على كل جانب ومن هنا كان هناك اعتراض من وقت لآخر على أن الكامبيوم يتكون من صف واحد من الخلايا.

وفي سنة ١٩٢٣ أوضح Bailey أنه إذا لم يكن الكامبيوم مكونا من صف واحد من الخلايا فإن استمرار خلايا الخشب واللحاء على جانبيه لن يبقى لفترة طويلة فعلى سبيل المثال إذا انقسمت خلية أمية خشبية بدلا من الخلية المرسية انقساما عرضيا

كانباً لزيادة محيط الكامبيوم قلن يوجد لها نظير في الحاء ومن ثم تتكون حلقات غير مستمرة.

ويعتبر الباحثون أن طبقة الكامبيوم طبقة وحيدة الصف من الناحية الوظيفية ولكن يختلف عرض منطقة الخلايا الأمية الخشبية واللحائية باختلاف النشاط الموسمي وقوة نمو الشجرة وعادة تستخدم كلمة الكامبيوم لوصف منطقة الخلايا الأمية الخشبية واللحائية النشطة الانقسام بما في ذلك طبقة بوادى الكامبيوم.

#### منشأ الكامبيوم وأنواع الخلايا Cambial origin and cell types

ينشأ الكامبيوم الوعائي من خلايا الكامبيوم الابتدائي والتي تتكشف من اسفل إلى أعلى على هيئة أسطوانة أو مخروط يغلف الخشب ويغطي اللحاء تمتد حتى قمة الفرع ويمكن تتبع هذه الشرائط من خلايا للكامبيوم الأولى التي تمتد إلى أعلى الأوراق الحديثة أو حتى قرب قاعدة المرستيم.

وعقب نضج الخشب لو اللحاء الأوليين يظل الجزء المركزي من الحزم الوعائية مرستيميا ويقوم بوظيفة الكامبيوم الوعائي ويصبح الكامبيوم طبقة مستمرة متصلة من الجزء الناضج من الفرع الخشبي عن طريق تكشف البوادى الكامبيومية الجديدة ممايسيا لتصل بينه وبين الحزم الوعائية المنفصلة. وفي ثوات الفلقتين يمتد الكامبيوم بعد ذلك ليصل بين الحزم الوعائية المنفصلة. ويتكون للكامبيوم من نوعين من الخلايا هما:

١- البوادى للمغزلية Fusiform initials.

٢- بوادى الأشعة Ray initials.

والبوادى المغزلية خلايا مستطيلة ذات نهايات مسنكة بينما تكون البوادى الشعاعية أقصر ومتساوية الأبعاد تقريباً ورغم أن البوادى المغزلية قد تبدو كأن لها ٤-٦ جوانب فقد وجد Dodd في حالة الصنوبر المادي

*P. sylvestris* أن عدد الأوجه لهذه البوداية المغزلية يصل إلى ١٨ وجه ويختلف هذا العدد بين الأنواع ونظراً لأن البوداية المغزلية هي التي تغطي كل العناصر الطولية في الخشب واللحاء فإن أبعادها والعوامل الفسيولوجية الحدية التي تؤثر على تلك الأبعاد ذات أهمية في تحديد جودة الخشب الناتج.

وتختلف أبعاد وحجم البوداية المغزلية بين الأنواع وتبعاً للعمر والموقع وداخل نفس الشجرة. وقد أوضح Sanio ذلك لأول مرة سنة ١٨٧٢، وتأكدت بعد ذلك بالعديد من الدراسات، ولقد قدر Baily أطوال البوداية المغزلية في عدة أنواع كما يوضح جدول ١.

جدول (١) : أطوال البوداية المغزلية في بعض الأنواع الشجرية.

النوع	طول البوداية المغزلية (مم)
<i>Pinus strobus</i>	3.2
<i>Ginkgo</i>	2.2
<i>Myristica</i>	1.31
<i>Populus</i>	0.49
<i>Fraxinus</i>	0.29
<i>Robinia</i>	0.17

ويمكن تمييز نوعين من البوداية الكامبيومية المغزلية في الاتجاه المماسي

Tangential view على النحو التالي في جدول ٢.

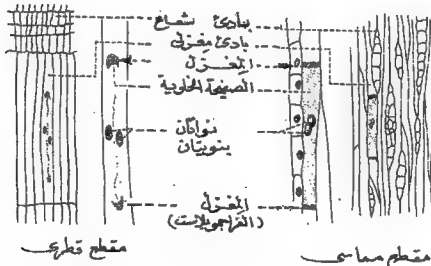
جدول (٢) : الفروق بين البوداية المصفوفة وغير المصفوفة والأنواع التي تشكلها.

بوداية غير مصفوفة	بوداية مصفوفة
تكون نهايات البوداية المغزلية متداخلة مع بعضها وهي تميز الأنواع ذات البوداية المغزلية الطويلة، وهذا النوع أكثر بدائية من النوع المرتب (المصفوفة).	البوداية قصيرة، وتوجد في صفوف متتسالية الطول تقريباً.
وجوده: وجد في حفریات السراخس ومعرفة البذور. ويوجد في كل مرحلة البذور والأنواع البدائية من مغطاة البذور.	وجوده: يوجد في ذوات الفلقتين الرقيقة

### نظام انقسام خلايا الكامبيوم Pattern of cell division

كان Bailey سنة ١٩٢٠ أول من وصف عملية الانقسام الخلوي للبوداء الكامبيومية المغزلية ذات الفجوات العصارية الكبيرة حيث تنقسم النواة بالقرب من مركز الخلية انقساماً ميئوزياً إلى نواتين تظلان متقاربتان نسبياً داخل الخلية التي حدث لها استطالة ثم تبدأ للصفحة الخلوية. في التكون بين النواتين للنواتين عن طريق الفرجموبلاست (المغزل).

هذه الانقسامات المماسية تحدث بصفة مستمرة في البوداء الكامبيومية والخلايا الأمية الخشبية واللحائية على كلا الجانبين منتجة منطقة عريضة نوعاً من الخلايا النشطة الانقسام. ونتيجة لهذه الانقسامات المستمرة تتكون عناصر خشبية ولحائية جديدة ويزداد محيط الكامبيوم باستمرار، ولأن البوداء الكامبيومية لا يحدث لها زيادة في القطر في الاتجاه المماسي فإنها تنقسم انقسامات طولية لزيادة محيط الكامبيوم نفسه و يوضح شكل (٢) لانقسام البوداء المغزلية في الأخشاب الصلبة.

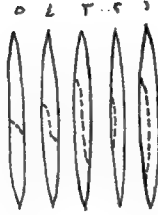


شكل (٢): يوضح الانقسام المماسي (المحيطي) في البوداء المغزلية في صلبات الأخشاب. هذا النوع من الانقسام يعطي صفوف متتالية من عناصر الخشب للداخل وعناصر اللحاء للخارج.

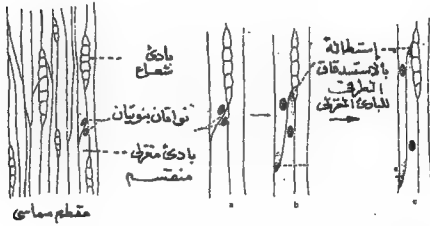
ففي حالة الكامبيوم غير المرتب فإن البودايء الكامبيومية تنقسم بتكوين جدار مائل يعقبه استطالة الخلايا عند نهايتها (النمو الدفعي القمي) حتى تصبح الخلية الابنة بنفس طول الخلية الأم أو أطول منها. كذلك فإن هناك انقسام جانبي للبودايء المغزلية في المخروطيات (شكل ٣-١ و ٣-٢) وقد أوضح Bannan (1954-1957) من تجاربه على *Thuja occidentalis* أن معدل وتوزيع الانقسامات العرضية الكاذبة في الكامبيوم يتغير مع الزمن، وأن هذه التغيرات تؤثر على الطول النهائي لهذه البودايء وبالتالي للقصبيات الناتجة عنها. ففي السنوات الأولى للنمو القطري فإن الانقسامات العرضية الكاذبة تحدث كثيراً ونتيجة لتكرار هذه الانقسامات مع معدل البقاء العالي لها تتكون بودايء مغزلية قصيرة وبالتالي قصبيات قصيرة. ومع تقدم العمر يتناقص معدل الانقسامات العرضية الكاذبة ويتناقص معدل بقاء البودايء المتكونة حديثاً ويحصر حدوث هذه الانقسامات في منطقة تكوين الخشب المتأخر داخل حلقات النمو المتعاقبة. وفي الأشجار الناضجة خاصة المعمامة الحلقية تحدث معظم الانقسامات العرضية فقط في آخر خشب متأخر حيث يكون معدل بقاء البودايء منخفضاً ونتيجة لذلك فإن الخلايا التي لا تموت سرعان ما تستطيل لتملأ الفراغات الناتجة عن موت البودايء الأخرى. ومن هنا تتكون بودايء مغزلية وقصبيات أطول.

### تكوين الأشعة

تحتاج زيادة القطر في الأشجار إلى زيادة مستمرة في الخلايا الشعاعية للمحافظة على الكامبيوم وقد درس تكوين الأشعة الجنبية في مظلة البذور بالتفصيل بواسطة كثيرون وقد وجد Bannan (1934-1951) أن البودايء الشعاعية تتكون من البودايء المغزلية نتيجة الانقسامات العرضية وبعد ذلك يزداد طول البودايء الشعاعية وعرضها. وفي بعض الأحيان تنفد الخلايا المغزلية كلية وتتحول إلى خلايا شعاعية ولا توجد علاقة بين الخلايا الشعاعية الناتجة ونظام تركيب الخشب ففي المراحل



شكل (٢-٣) : إتجاه طولى مماسى للبرادىء المغزلية للمخروطيات.  
 الإقسام فى ١ ، ٢ انقسام جانبى ، الإقسام فى ٣ ، ٤ ، ٥ انقسام  
 عرضى كاذب أو مائل.



شكل (٣-٤) : قطاع مماسى يوضح الانقسام العرضى الكاذب أو المائل للبرادىء  
 المغزلية للشعاع فى المخروطيات.

الأولى لتكشف الخلايا الشعاعية في مرحلة البذور والأنواع البدائية المغطاة البذور تكون الأشعة متصلة مباشرة بالقصبيات والأوعية عن طريق النقر الموجودة على الأسطح القطرية. أما في مغطاة البذور الأكثر تطوراً تتصل الأشعة الجديدة عن طريق النقر بالأوعية والقصبيات ولكن بمجرد أن تزداد الأشعة لتكون طبقة من 5-6 صفوف من الخلايا يحدث انفصال بينها وبين الأوعية والقصبيات ويكون الاتصال فقط في قمة أو نهاية الأشعة بينما لا توجد في المنتصف أي نقر على الأوعية وتظل كخلايا منفصلة. والأشعة لها دوراً مهماً في الحركة الجانبية للماء والعناصر الذاتية.

بالإضافة إلى تكون بولاء الأشعة الجديدة تحدث تغييرات أخرى في الكامبيوم النشط في الانقسام حيث ينتج خلايا كامبيومية جديدة أكثر من اللازم وقد وجد Bannan (1960) أن معدل بقاء البولاء الأولية الجديدة في الـ *Thuja occidentals* السريعة النمو حوالي 20%، بينما في الأشجار بطيئة النمو يكون حوالي 50%. كما وجد Evert (1961) أن هناك تناقص ملحوظ في البولاء المغزلية في الكمثرى وأن العامل المحدد لاستمرار بقاء البولاء المغزلية الجديدة هو اتصالها بالخلايا الشعاعية التي تمدها بالكربوهيدرات والعناصر الغذائية. ومن ثم فإن الخلايا المغزلية البعيدة قد تكون بعيدة أيضاً عن مصدر التغذية وتموت أو تتحول إلى بولاء شعاعية جديدة. وقد يكون ذلك ميكانيكية فعالة لتنظيم توزيع الخلايا الشعاعية. وهذا التنظيم ثابت بالنسبة للأنواع ويستعان به في تصنيف الأشجار.

#### العلاقة بين النمو الأولي والنمو الثانوي في المناطق المعتدلة:

ترتبط استعادة النشاط الكامبيومي في الربيع بنشاط البراعم الساكنة ونمو الأوراق. بينما في المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية يكون ارتباط النشاط الكامبيومي بذلك يكون أقل وضوحاً حيث قد يظل نشطاً طوال العام مع قمة للنشاط في فترات النمو السريع.

والدراسات الخاصة بالأشجار الاستوائية قليلة حتى ما يتعلق بتكوين الخشب المبكر والمتأخر.

وقد وجد Hartig ( 1953 ) أن النشاط الكامبيومي يبدأ عند نهاية البرعم الطرفي وينتشر إلى أسفل وأن هناك نشاطاً مماثلاً يبدأ في البراعم الجانبية ويمتد جانبياً حتى أسفل الفرع. وقد وجد أن نشاط الكامبيوم في كثير من الأنواع الاستوائية معتمدة الخضرة من مظلة البذور مرتبط بنشاط البراعم.

#### الانقسام الموسمي للخلايا في منطقة الكامبيوم:

في المناطق المعتدلة ارتبطت ظاهرة نقشر القلف بارتفاع درجة الحرارة في الربيع واستعادة نشاط الكامبيوم وكان يعتقد أن انقسام خلايا الكامبيوم ضروري لتقدير القلف. وقد وجد كثير من الباحثين أن نقشر القلف قد يحدث بعد بدء النشاط الكامبيومي بفترة من ٢-٤ أسابيع تبعاً لطبيعة النوع والظروف الموجودة.

وفي المراحل الأولى لتثبيط الكامبيوم تستطيل الخلايا قطرياً نتيجة امتصاص الماء وتصبح جدرها القطرية أقل سمكاً ويصبح المستويلز لم أقل كثافة ويشغل منطقة بسيطة حول الفجوة المركزية الكبيرة للخلية. ونتيجة لهذا يصبح من السهل فصل الكامبيوم وتظهر هذه التغيرات أولاً تحت البراعم وتمتد بطول الأفرع والساق من أعلى لأسفل.

ولقد وجد Huber (1948) أن معدل الحركة لأسفل يكون حوالي متر/يوم في المناخ الدافئ، بينما في البُلوط (مماي حلقى) فإن معدل الحركة سريع للغاية بدرجة يصعب معها تحديد الفروق في سهولة التثبيط بين الأفرع العلوية وقاعدة الساق.

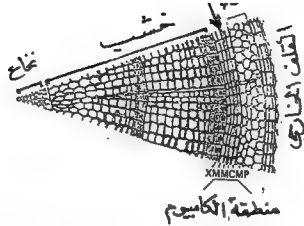
وتتفق معظم المراجع النباتية على أن تبدأ خلايا أو بولاء الكامبيوم تبدأ في الانقسام بعد فترة الراحة وقد درست المخروطيات بتفصيل أكثر من ثوات الورق العريض في هذا الصدد.

والطبقة الكامبيومية ليست هي أول خلية تنقسم ولكن تنقسم آخر الخلايا الأمية الخشبية التي أمضت الشتاء يلي ذلك انقسام البوداء الكامبيومية حتى تصل إلى أقصى إنتاج لها بعد أسابيع قليلة. ففي الصنوبر الأبيض يكون عرض منطقة الكامبيوم من ٤-٨ صفوف بينما في الربيع تصل إلى ١٠-١٥ صف ويتناقص تدريجياً حتى تصل مرة أخرى إلى ٤-٨ طبقات في نهاية الصيف. وتحدث الانقسامات الأولى في الكامبيوم ببطء وقد تستغرق الثلاث إلى الأربع انقسامات الأولى من ٣-٤ أسابيع ويمجرد ذلك يزداد معدل الانقسام، ويوضح شكلي ٤ و ٥ مراحل انقسام الكامبيوم والعناصر التشريحية التي ينتجها.

و تنقسم الخلايا الأمية اللحاء على فترات بمعدل أبطأ بكثير من انقسام الخلايا الأمية الخشبية. وقد وجد Berman أن الخلايا الأمية اللحاء لأشجار *Thuja occidentalis* تنقسم مرة واحدة لتعطي خليتين تنكشف الخارجية منها إلى خلية غريالية والداخلية إلى خلية برانشيمية أو ليفية وأن عدد الخلايا اللحاءية الأمية الناتج خلال موسم النمو أقل بكثير من الموجود على جانب الخشب، وأن الانقسامات الأولى للخلايا الأمية اللحاءية تبدأ بعد الانقسامات على جانب الخشب بفترة من ٣-٦ أسابيع.

#### التحكم الهرموني في النشاط الكامبيومي:

في نهاية العشرينات وبداية الثلاثينات اكتشفت وعزلت المواد المنشطة الطبيعية في النباتات ثم عرفت تركيبها ورغم أن البعض يرى أن إندول حامض الخليك IAA هو المادة الأساسية التي تنشط الكامبيوم في بداية الربيع فإن هناك عوامل أخرى تتدخل في ذلك مثل طول فترة النشاط الكامبيومي وقد وجد في بداية الربيع بعد فترة السكون أن الكامبيوم يكون أكثر استجابة للـ IAA أكثر منه في نهاية موسم النمو، مما يدل على أن هناك مواد مثبطة للنمو تتجمع أثناء موسم النمو تتداخل مع الأوكسين ويصبح تركيزه منخفض.

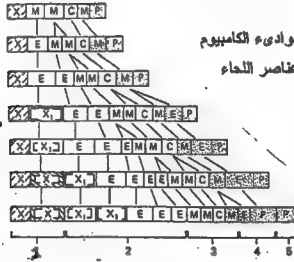


شكل (٤) قطاع عرضي في جزء من ساق صنوبر يوضح منطقة الكامبيوم وتوزيع العناصر التشريعية الأخرى.

X : عناصر الخشب

M : الخلايا الأمية للخشب (إلى اليسار) والخلايا الأمية للحاء (إلى

اليمين)



C : بوادىء الكامبيوم

P : عناصر اللحاء

شكل (٥): رسم توضيحي يبين مراحل لتقسام الكامبيوم (C) الذي يعطى خلايا أمية للخشب (M) إلى اليسار والتي يحدث لها انقسام لتعطى خلية أمية للخشب أخرى وخلية أخرى يحدث لها استطالة إلى اليسار (E) ثم يحدث بها تغليظ ثانوي لتعطى خلية خشب (X1) ويتقدم التغليظ فتعتبر خلية خشب متخصصة (X) وإلى الخارج (جهة اليمين في الرسم) يعطى الكامبيوم (C) خلايا أمية للحاء (M) ثم تنقسم لتعطى خلية أمية للحاء وأخرى يحدث لها استطالة (E) والتي يحدث بها تغليظ فتعتبر خلية لحاء (P).

بالنسبة للمخروطيات وجد أن نشاط الكامبيوم يتوقف إذا أزيلت البراعم والأوراق من الأشجار وهذا يعني أن المادة المنشطة تتواجد في الأوراق الحديثة والمسننة، أما في الأنواع المسامية الحلقية والمنتشرة فقد وجد أن هناك تداخل بين IAA وحمض الجبريليك في تنشيط الكامبيوم فقد وجد في أنواع *Populus* و *Acer* أن الأشجار المعاملة باندول حامض الخليك و حمض الجبريليك حدث لها نشاط كامبيومي وكونت خلايا كامبيومية جديدة.

#### فترة نشاط الكامبيوم:

في المناطق المعتدلة يبدأ النشاط الكامبيومي في بداية الربيع بعد فترة السكون ويتوقف في نهاية الصيف أو بداية الخريف.

ويختلف نشاط الكامبيوم داخل النوع وبين الأنواع النامية على نفس الموقع وعلى ارتفاعات مختلفة، وقد لاحظ هارتج أن هناك فروقا بين أشجار الشوح spruce داخل نفس النوع في ميعاد بدء وتوقف النمو القطري في كل من الأماكن الدافئة والباردة. وعادة في نفس النوع خاصة في المخروطيات يبدأ النشاط الكامبيومي في الأشجار الصغيرة مبكراً عن الأشجار المسنة وينتهي بعده. وهذا يوضح أن الميكانيكية التي تحكم في بداية انتهاء النشاط الكامبيومي تتعلق بالأوضاع الفسيولوجية الداخلية في النبات أكثر منها بالعوامل البيئية ويتفق معظم الباحثين أن توقف النشاط الكامبيومي في الأشجار الفردية خاصة في المجموعات المفتوحة للنمو تحدث أولاً في الأفرع العلوية وتمتد إلى أسفل حتى الجزء السفلي من الساق ثم الجذور. بينما في المجموعات المغلقة أو الكثيفة يتناقص أو يتوقف النشاط الكامبيومي أولاً في الجزء القاعدي أو الأوسط من الساق الذي توجد به الفروع السفلية الضعيفة وأحياناً يمتد فيما بعد إلى

الأفرع العلوية القوية. أيضاً في الأشجار المعنة جداً يتناقص النشاط الكامبيومي في الجزء السفلي من الساق قبل تناقص الجزء العلوي.

بالنسبة للأشجار الاستوائية فهناك معلومات قليلة عن آلية توقف النشاط الكامبيومي بها ورغم أن هناك قمم للنشاط الكامبيومي متبادلة مع فترات ينخفض فيها نشاط الكلوروفيل في كثير من الأنواع الاستوائية فإنه من الصعب تحديد وقت انخفاض النشاط الكامبيومي نتيجة تعدد صفات النمو الناتجة في نفس الشجرة أو في بعض الأشجار وصعوبة تمييز الحلقات السنوية عن بعضها.

#### تكوين حلقات النمو:

يمكن مشاهدة حلقات النمو بالعين المجردة بالقطع العرضي نتيجة الاختلافات في صفات الخشب الطبيعية أثناء النمو وتختلف هذه الاختلافات تبعاً لتنوع فمثلاً في المخروطيات تتكون الحلقة السنوية أساساً من القصبيات التي يمكن تمييز الخشب المبكر والمتأخر بها بواسطة كلا من حجم وسك وجدار الخلية. بينما في نوات الفلقتين يكون التمييز بين حلقات النمو واضح أو غير واضح تبعاً لصفات النوع. في الأنواع المسامية الحلقية مثل البالوط تكون الحلقات واضحة جداً للعين لأن الخشب الصيفي يكون به لوحة أصغر وتكون الألياف القصبية به صغيرة وأكثر انضغاطاً. بينما في الأنواع المسامية المنتشرة لا يمكن تمييز الفروق في كل الحالات بالعين المجردة ومع ذلك فهناك الكثير من الأنواع المسامية المنتشرة تنتج أحياناً أكثر من الأوعية في نهاية موسم النمو وهذه يمكن تمييزها بالعين المجردة، وقد درس براون سنة ١٩٦٣ العلاقات التشريحية بين الأنواع الخشبية في مرحلة البذور الأولية والمتطورة وأمكن عمل ١٤ تقسيم للتركيبات الخشبية بناءً على الصفات الآتية:

١- كمية وتوزيع الأشجار الأساسية (القصبيات والألياف).

٢- موقع وحجم الأوعية وطبيعة جدرانها المرضية.

٣- الاتصال بين الأنسجة الأساسية.

٤- موقع برانشيا الخشب.

٥- الفراغات بين الأنسجة الأساسية.

وقد وجد في الأنواع البدائية أن القصبيات والقصبيات الليفية تتصل ببعضها خلال النقر المضغوطة الموجودة على الأسطح للقطرية ولضماً عن طريق النقر الموجود على الجدار المماسية في الخشب المتأخر بينما في كثير من مغطاة البذور تكون الأوعية عبارة عن شبكة معقدة داخل الحلقة. ففي بعض الأنواع يتم الاتصال بين الأوعية في الحلقات المتجاورة عن طريق النقر الموجودة على الجدار المماسية بينما في أنواع أخرى تكون الأوعية معزولة بمجموعة من القصبيات ويكون الاتصال بين الحلقات المتجاورة عن طريق القصبيات فقط. في أنواع أخرى تكون الأوعية محاطة بخلايا برانشيمية حية وقد أوضحت الدراسات الخاصة بنمو الحلقات السنوية أنها تختلف تبعاً للنوع والعمر وظروف النمو وأنه من الصعب تعميم قاعدة عامة لكل الحالات.

وفي الأنواع الاستوائية من الشائع تكوين الحلقات السنوية المتعددة حيث تتكون حلقة جديدة مع كل انطلاق نمو نتيجة وجود فترة نمو عالية يليها فترة نمو منخفضة. ومن هذه الملاحظات العامة يمكن القول بأن هناك ٣ نظم مختلفة لتكوين الحلقة السنوية في الأشجار البالغة هي:

١- مجموعة من الأشجار التي تكون حلقة نمو واحدة تحت ظروف النمو الطبيعية وتتبعها أشجار المناطق الباردة.

٢- مجموعة الأشجار التي تكون أكثر من حلقة خلال السنة الواحدة وتتبعها أشجار المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية.

٣- مجموعة من الأنواع القليلة التي تشكل في تكوين حلقات نمو محددة خلال الموسم وتتبعها الأشجار القريبة من خط الاستواء التي يوجد بها تجانس في الظروف البيئية مما يؤدي إلى استمرار النمو طول العام.

### فسيولوجيا تكوين الحلقة السنوية:

كان Devries سنة ١٨٧٢ أول من اعتقد أن الزيادة في ضغط القلف أثناء موسم النمو يؤدي إلى ضغط ميكانيكي ونقص في قطار الخلايا الكامبيومية عند إنتاج الخشب الصيفي واعتقد أن هذا الضغط يحدث نتيجة الإضافات الجديدة في الربيع التي تؤدي إلى هذا الضغط فيتحول الإنتاج من خلايا رقيقة الجدر إلى خلايا سمكة الجدر صغيرة القطر. وأكد نتائجه بوضع طوق حول محيط الشجرة لمسافة محدودة فوجد أن الخلايا الناتجة أصغر في القطر لدرجة أن العالم الألماني جوليوس سنة ١٨٨٢ وضع باباً كاملاً عن تكوين خشب الصيف في مذكراته بفسيولوجيا النبات بناءً على التجارب التي قام بها Devries. في عام ١٨٨٢ فند Krabbe فكرة Devries حيث أوضح أن ضغط القلف كان أقل في الصيف أثناء تكوين الخشب المتأخر عنه في الربيع أثناء تكوين الخشب المبكر. كما أوضح أن التغير في حجم مكونات الخشب في بعض الأنواع يكون فجائياً وهذا لا يمكن تفسيره حيث يلزم في هذه الحالة ضغطاً فجائياً بعكس نظرية Devries.

وقام بتطبيق ضغوطاً خارجية فوجد أنه لكي ينخفض النمو القطري في المخروطيات يلزم من ٣-٥ ضغط جوي وهذا أكبر بكثير جداً من الضغط الطبيعي للقلف وعلى هذا لم تعد نظرية Devries معمول بها واستمر الحال على ذلك لفترة كبيرة حيث اقترح معظم المشتغلين بفسيولوجيا النبات أن العوامل الخارجية التي تؤثر على ضغط الماء داخل الخلايا لها علاقة بنوع الخشب حيث وجدوا أن أعلى محتوى مائي كان أثناء تكوين خشب الربيع بينما تزايد النقص المائي في نهاية الموسم وفسروا أن تكوين الحلقات الكاذبة الذي يحدث نتيجة استعادة أو تحسين ظروف النمو يرجع أساساً لذلك.

وخلال السنوات العشر من ١٩٦٠-١٩٧٠ تراكم قدر كبير من المعلومات عن دور الهرمون في تكوين حلقات النمو السنوية وأشهر الباحثين في هذا الميدان Oliver, Zahner, Larson, Wodzicki, Witkowski.

وأوضحت التجارب أن إنتاج الأوكسين يكون مرتبطاً بنمو الأفرع وتكشف الأوراق مع تكون خلايا كبيرة القطر للخشب المبكر ولن توقف نمو الأفرع وانخفاض مستوى الأوكسين مرتبط ببدء تكوين الخشب المتأخر ولن تأثير العوامل البيئية يكون غير مباشر بحيث أن تأثيرها يرجع إلى تأثيرها على العوامل المؤثرة على نمو الأفرع وتكشف الأوراق وإنتاج الهرمون.

وفي الدراسات التي قام بها Larson على تكوين الحلقة السنوية لأشجار من الصنوبر الأحمر *P. resinosa* عمرها ٥ سنوات باستخدام طول الفترة الضوئية كوسيلة للتحكم في النمو الطولي للساق وتكون الخشب وجد أنه تحت فترات ضوئية طويلة (١٨ ساعة) فإن نمو الساق ازداد وتكونت خلايا واسعة القطر تشبه الخشب الربيعي كما وجد أن إنتاج الهرمون كان مرتبطاً بفترة استطالة الساق بينما وجد أن النباتات التي نمت في نهار قصير (٨ ساعات) تناقص نمو الأفرع وكمية الأوكسين الناتجة وتحولت لإنتاج خلايا خشبية مشابهة للخشب المتأخر.

أيضاً تمكن Larson من إنتاج حلقات كاذبة عن طريق تعريض النباتات لسلسلة دورات من النهار الطويل والقصير كما وجد أن تكوين هذه الحلقات لا يتم إلا في وجود البراعم بينما وجد أن الخلايا المزال براعمها استمرت في إعطاء خلايا تشبه الخشب المتأخر سواء عرضت لنهار طويل أو قصير كما أضاف الهرمون خارجياً لنباتات مزالة براعمها نامية تحت نهار قصير فوجد أن الكامبيوم أنتج خلايا تشبه الخشب المبكر بدون الحاجة إلى إطالة للفترة الضوئية مما يؤكد أن التأثير هرموني.

كما وجد أن التغير في الخشب من الخشب المبكر إلى الخشب المتأخر يحدث عند قاعدة الأشجار ويمتد من أسفل لأعلى تحت الظروف الطبيعية وهذا يعكس النشاط الكايميومي.

أيضا درس العامل المتعلق بسمك جدر الخلايا الذي يظهر في الخشب المتأخر ووجد أن هذا يحدث نتيجة انتقال المواد الممتلئة من التاج إلى الساق وأوضح أن حجم الجزء القائم بعملية التمثيل يكون أكبر في الصيف عنه في الربيع كما وجد أن هناك اختلافات بين الأشجار الكبيرة والصغيرة، ففي الأشجار الكبيرة وجد أن الجزء أسفل التاج هو أكثر الأجزاء التي تتلقى كمية من المواد الممتلئة.

كما أوضحت دراسات Wodzicki أن التناقص في حجم الخلايا أحيانا يرجع إلى ارتفاع نسبة المبطلات المنتشرة والذائبة في النبات.

مما سبق يتضح أن المواد الهرمونية والذائبة تؤثر على تكوين حلقة النمو ويمكن تلخيص ذلك على النحو التالي:

(١) أي عوامل تشجع نمو البراعم ونمو الساق واستمرار تكشف الأوراق تؤدي إلى إنتاج مستويات عالية من الأوكسين وخلايا ذات أقطار واسعة Early wood type وبالعكس يؤدي انخفاض درجة الحرارة والفترة الضوئية القصيرة والجفاف إلى خفض نمو الساق وتكشف الأوراق مما يقال من مستويات الأوكسين وتكوين خلايا ذات أقطار أصغر Late wood type.

(٢) بالنسبة لزيادة سمك الخلية فهذا يتوقف على كمية التمثيل في الموسم وعلى ذلك تكون كمية التمثيل الصافي في الصيف أعلى مما يؤدي إلى ترسيب مادة خلوية أكثر على جدار الخلية.

### الكامبيوم الفليني: phyllgen

في معظم المراجع النباتية يعطى الكامبيوم الفليني Phellogen إلى الخارج خلايا الفلين (Phellem) ويعطى إلى الداخل طبقة واحدة أو أكثر من الخلايا البرانشيمية تسمى قشرة فيلينية (Phelloderm) ويطلق على كل هذه الطبقات الثلاث مجتمعة لفظ الـ Periderm والبيريروم ليس هو القلف. فالقلف يشمل كل الأنسجة خارج الكامبيوم الوعائي (البيريروم جزء من القلف) وحينما يفصل القلف عن الأشجار أثناء نشاط الكامبيوم يفصل معه أيضاً الكامبيوم الوعائي وعلى ذلك فمن الناحية العملية يشمل القلف كل الأنسجة خارج آخر حلقة خشب سنوية وأحياناً تستخدم تعبيرات القلف الخارجي والقلف الداخلي. وتطلق كلمة القلف الداخلي على الكامبيوم وكل الأنسجة الحية من اللحاء التي تقوم بعملية التوصيل بينما يتكون القلف الخارجي من البيريروم وكل الأنسجة المعزولة بواسطة البيريروم وقد أطلق كثير من الباحثين منذ أكثر من ٨٠ سنة لفظ الـ Rhytidome على القلف الخارجي.

وتكون معظم النباتات الخشبية بيريروم يحل محل الأبيدرمس (طبقة القشرة) بمجرد أن تبدأ النباتات الصغيرة في الزيادة في القطر. ويتكون البيريروم في بعض الأنواع في سن صغيرة جداً بينما في أنواع أخرى يتكون عند أعمار كبيرة. وهناك بعض الأجناس الخشبية لا يتكون بها البيريروم على الإطلاق بينما في أجناس معينة مثل *Ilex*, *Acer*, *Eucalyptus*, *Acacia* نجد أن نسيج القشرة يساير الزيادة في القطر عن طريق استمرار الانقسامات والزيادة في المحيط طالما أن النبات حي. وفي بعض الأنواع تعطي خلايا الأبيدرمس كامبيوم فليني مثل بعض أنواع العائلة الوردية وجنس الصفصاف ولكن في معظم الحالات يتكشف الكامبيوم الفليني من الطبقة الخارجية من الخلايا الفلينية أو أحياناً من الطبقات الداخلية منه. وفي بعض الأنواع يظل الكامبيوم الفليني نشطاً لعدة سنوات كما في الـ *Fagus* والـ *Carpinus* والـ *Acer* والـ *Abies* وفي بعض الأنواع يحل محل الكامبيوم الفليني الأولي كامبيوم فليني آخر نتيجة تكشفه من الأنسجة الداخلية للقشرة أو اللحاء للتأخر.

ونجد أن الكامبيوم الفليني يختلف في طريقة نشأته ففي بعض الأحيان ينشأ من الخلايا الناضجة للقشرة أو الأوعية التي لا تقوم بعملية التوصيل في اللحاء ولا يعرف تماماً حتى الآن كيفية تكشف هذه الخلايا لكي تصبح مرة أخرى خلايا مرستيمية. وقد وجد أن تكشف الكامبيوم الفليني في الأشجار الصغيرة يكون تحت طبقة البشرة أو تحت أي جرح موجود وبعد تكون الكامبيوم تحدث القسامات مملسية Periclinal لكي تحيط خلايا فلين وفي الوقت نفسه تحدث انقسامات قطرية Anticlinal لزيادة قطر الكامبيوم حتى يتلام مع الزيادة في قطر الشجرة. وينتج الكامبيوم الفليني كمية كبيرة من الخلايا الخارجية cork cells الفلين أكثر من الخلايا البرانشيمية Phelloderm وفي بعض الأنواع لا ينتج الكامبيوم الفليني خلايا Phelloderm على الإطلاق.

في بعض الأحيان يعطي صف واحد أو اثنين خلال موسم النمو بينما في بعض الأنواع مثل *Quercus suber* ينتج كميات كبيرة من خلايا الفلين. في بعض الأنواع ينتج الكامبيوم الفليني عدة صفوف من الـ Phelloderm يعتقد أنها تقوم بوظيفة التخزين كما تقوم بوظيفة مشابهة لخلايا اللحاء البرانشيمية وهذه الظاهرة ملاحظة في بعض الأنواع في العمر الصغير مثل الصنوبر طويل الأوراق *P. palustris* وترجع طبيعة البريردرم الواقية في الأشجار إلى الصفات الطبيعية للخلايا الفلينية حيث تكون هذه الخلايا عند موتها عالية المرونة كما أنها تعمل كموصلات رديئة للحرارة كما أنها أقل نفاذية للماء والبخار ويبدأ ترسيب السيوبرين في خلايا الفلين أثناء تكشفها وبعد أن تصل لدرجة النضج قبل أن يصبح البروتوبلاست غير نشط. وترسب السيوبرين في صورة رقائق فوق جدار السيلولوز الأولى وقد أوضحت صور الميكروسكوب الإلكتروني أن خلايا الفلين تظهر تحت الميكروسكوب في صورة طبقات نتيجة ترسيب السيوبرين والشمع على التبادل. كما وجد أن هناك تقوُب بلازموزمية بطبقات السيوبرين وقد أوضح بعض الباحثين أن السيوبرين يحتوي على لحامض دهنية غير مثبحة وأنه ملفد جزئياً بينما ترجع صفات عدم نفاذية الفلين إلى طبقات الشمع.

## المراجع

Zimmerman, N.H; Brown, C.L., and Kyermt, 1974. Tree structure and Function ..Springer-Verlag.New York

Kramer P.J and Kozlowski, 1979. Physiology of wood plants. Academic Press. Inc. London. LTD

دكتور/ طلعت عبد الحميد عمران ودكتور/ احمد على المتاوى ١٩٩٧ : محاضرات  
متقدمة فى فسيولوجيا الأشجار.

## **الباب السابع**

# **تأثيرات الأشجار**



## الباب السابع

### تأثيرات الأشجار

يمكن تقسيم تأثيرات الغابات ومجموعات الأشجار الخشبية من الناحية العلمية والعملية إلى ثلاثة أقسام هي: التأثير على المناخ والتأثير على الأرض والتأثير على مصادر المياه.

#### عوامل المناخ :

##### ١-الضوء:Light

أ- يعتبر الضوء عامل هام جداً في تحديد نمو النبات ومصدر الضوء والحرارة هو الشمس.

ب- إجمالي الطاقة التي يستقبلها سطح من الأرض عمودي على أشعة الشمس الفراغ يقدر بحوالي ٢ كالوري/مم<sup>2</sup>/ثانية وهذه الكمية تعادل ١٠٠٠٠ قدم شمعة بوحدة الإضاءة.

ج- يصل ٤٠% من هذه الكمية إلى الأرض في صورة ضوء مرئي (٠,٤-٠,٧ ميكرون) يستعمل منها ١% فقط في عملية التمثيل الضوئي.

#### الضوء وشكل النباتات العلم

لكي يحصل النبات على أكبر قدر من الضوء فإنه يحور من شكله ونظام التفرع وترتيب الأوراق ونظامها و الأشكال العامة لنظام التفرع هي:

أ- الشكل المخروطي: ويتم فيه نمو الساق الأصلي من خلال الفروع التي توجد في طبقات متتالية فوق بعضها بدون تعريض الفروع السفلى لحظر الظل.

ب- الأشجار ذات الورق العريض: وهي تتميز بشكل نصف كروي أو خيمي وهو يعطي ميزة بخصوص تعريض الأوراق للضوء.

ج- المتسلقات: وهي تستعمل غيرها من النباتات لكي تدعمها ميكانيكيا للحصول على أكبر كمية مثالحة من الضوء.

د - الأنواع العشبية: وهي ذات أوراق راسية وعلى ذلك لا تكون ظلا ينكر وتسمح للضوء أن يتخلل الطبقات السفلى.

هـ - النباتات الطفيلية: وهي تتطفل على بعض النباتات وتحدث ضرر لها في بعض الأحيان.

**العوامل التي تؤثر على شدة الضوء في الطبيعة :**

توجد عوامل تؤثر على شدة الضوء في الطبيعة وتؤدي إلى وجود اختلافات أو مناخات ضوئية بها وأهمها:

#### ١- خط العرض:

أ- يزداد طول النهار مع زيادة خط العرض في فصل الصيف ويقل في فصل الشتاء.

ب- تزيد كمية الإشعاع التي يمتصها الجو مع زيادة خط العرض لذلك يحدث نقص في شدة الإضاءة كلما زاد خط العرض.

ج- تتغير نوعية الضوء مع خط العرض وهذا التأثير قليل الأهمية من الناحية البيئية.

د - تتكون ظلال طويلة عند خطوط العرض العليا لإتخفاض ارتفاع الشمس وهذه الظاهرة لها أهمية عالية في التركيبات البيئية بالغابات.

#### ٢- فصل السنة:

في أي مكان تختلف الأطوال الضوئية خلال فصل الصيف عن الموجودة

خلال فصل الشتاء.

### ٣- الارتفاع:

أ- تزيد شدة الضوء مع الارتفاع حتى تصل عند ارتفاع ٨٠٠٠ قدم إلى ٤٠% عن شدته عند سطح الأرض.

ب- تزداد كمية الأشعة فوق البنفسجية مع الارتفاع وتصل عند الارتفاعات العالية إلى أكثر من باقي الضوء وهذه الظاهرة لها تأثير ضار على النباتات.

### ٤- السحب:

تكوين السحب له علاقة بكمية الضوء التي تتولد بمنطقة ما ويلاحظ الآتي:

أ- يقلل تكوين السحب كمية الضوء الإجمالية إلى ١/٣-١/٦ كمية الضوء المتاحة في يوم صافي خال من السحب.

ب- تختلف درجة السحب وتكوينها إلى حد ما مع خطوط العرض.

### ٥- الانحدار والتعرض:

أ- أكثر المناطق في شدة الإضاءة تقع على المنحدرات العمودية على الشمس.

ب- تكون الفروق بين المناطق الشمالية والجنوبية أعلى ما يمكن عند خطوط العرض الوسطى.

### تأثير الغابة على كمية الضوء :

تؤثر الغابة على كمية الضوء التي تصل إليها. فعند سقوط الضوء على التيجان ينعكس منه جزء ويستقبل للجزء الآخر وقد وجد أن نسبة الضوء المنعكس تتراوح من ٥-٢٠% من كمية الضوء الساقط وتختلف باختلاف الأنواع، ففي غابة بلوط صغيرة السن كانت ١٨% وفي غابة صنوبر صغيرة السن كانت ١٤% بينما وصلت في الغابة Fir إلى ١٠% وقد وجد أنه عند مرور الضوء خلال تيجان الغابات الكثيفة التي بها أكثر من طبقة تاجية وصلت شدة الضوء تحت التاج إلى أقل من ١% من شدته

الطبيعية فوق التاج. والأمثلة على ذلك عديدة ففي السويد وجد أنه عندما كانت شدة الضوء فوق التاج ١ كالورى/سم<sup>٢</sup>/دقيقة فأتىها وصلت إلى ٠,٠٦ كالورى/سم<sup>٢</sup>/دقيقة تحت غابات البلوط وإلى ٠,٠٤ كالورى/سم<sup>٢</sup>/دقيقة تحت غابات الصنوبر بينما وصلت تحت غابات الـ Picea الكثيفة إلى ٠,٠٠٨ كالورى/سم<sup>٢</sup>/دقيقة.

أيضاً تختلف نوعية الضوء تحت التاج عن الضوء الساطع. فقد وجد انخفاض في نسبة الأشعة القصيرة وزيادة في نسبة الأشعة الطويلة الموجه مع زيادة كثافة تيجان الأشجار.

وهناك عوامل عديدة تؤثر على كمية الضوء تحت التاج فقد وجد أن كمية الضوء تحت التاج تتأثر بعدد الأشجار في وحدة المساحة. فقد وجد في غابة من الصنوبر عمرها ٢٥ سنة أجري بها خف بدرجات مختلفة أن المناطق التي كان بها ٣٠٠٠-٦٠٠٠ شجرة/هكتار كانت شدة الإضاءة تحت التاج ١٥-١٦% من شتته فوق التاج بينما وصلت نسبة الضوء بها تحت التاج إلى ٦٠% عند وجود ١٣٠٠ شجرة/هكتار ويرجع ذلك إلى وجود فتحات بالتاج لا يمكن إغلاقها عند وجود أقل من ٣٠٠٠ شجرة بالهكتار مما يؤدي إلى زيادة كمية الضوء التي تصل لأرض الغابة.

تختلف كمية الضوء الموجودة تحت تيجان الأشجار تبعاً لعمرها. فأكبر كمية من الضوء تصل إلى أرض الغابة عند وجود البادرات الصغيرة وتقل هذه الكمية حتى تصل أقل ما يمكن في فترة عدم وجود فتحات بالتاج عند عمر ١٥-٥٠ سنة تبعاً للأنواع وتزداد بعد ذلك تدريجياً نتيجة لزيادة موت الأشجار ووجود فتحات بالتاج يمر فيها الضوء باستثناء الغابات التي يكون بها طبقة تحت تاجية تمنع الضوء مرة أخرى.

تختلف نسبة الضوء التي تصل إلى أرض الغابة تبعاً للأنواع خاصة قبل بداية النمو ففي شهر أبريل نجد أن الأنواع المستقيمة الخضرة تسمح بمرور نسبة أعلا قليلاً قبل تكون الأوراق الجديدة وزيادة لكثافة الورقية في الصيف أما الأنواع المتساقطة الأوراق

فتتراوح نسبة الضوء التي تصل لأرض الغابة بها من ٣٠-٧٠% من شدته الأصلية خلال هذه الفترة.

النسبة المئوية من الضوء التي تخترق التاج تقل كلما زادت شدة الضوء الساطع على الغابة فقد وجد في أحد التجارب على غابات الـ Douglas fir أن شدة الضوء تحت التاج كانت ١٠% من شدته الأصلية عندما كانت Lux ١٦٥٠٠ وإلى ٣% عندما زادت شدة الإضاءة إلى Lux ٨٦٢٠٠.

المناطق الموجودة على حافة الغابة يكون الضوء فيها وسط بين المناطق المفتوحة وللمناطق الكثيفة وتقل كمية الضوء كلما ابتعدنا عن حافة الغابة.

#### الاستشعار الضوئي:

نجد أن الانعكاس الأشعة في المدى المرئي (٠,٤٥ - ٠,٧٥ ميكرون) يكون متفاوت في ممرات البذور ومغطاة البذور بينما بالقرب من مدى الأشعة تحت الحمراء (٠,٧ - ١ ميكرون) يكون الانعكاس أكثر وضوحاً في مغطاة البذور عن ممرات البذور وقد استغللت هذه الظاهرة في بعض الحالات تمييز الأنواع باستخدام الأفلام الحساسة للأشعة تحت الحمراء. وقد أستخدم الاستشعار من بعد لمعرفة بعض الظواهر بالغابة فباستخدام أجهزة الاستشعار التي يمكنها استقبال الأشعة طويلة الموجه (٤,٥ - ٥,٥ ميكرون) أمكن تصوير أي حرائق صغيرة بالغابة حتى ارتفاع ٧٠٠٠ متر لأن مثل هذه الأجهزة يمكنها تصوير أي جسم تبلغ درجة حرارته ٣٠٠°م. بينما الأجهزة التي تستقبل طول موجة ٨-١٤ ميكرون يمكنها أن توضح بعض حالات الإصابة الحشرية والمرضية قبل ظهورها للعين المجردة حيث تكون درجة حرارة الأشجار المصابة أعلا ١-٣ درجات عن السليمة.

## ٢- الحرارة Temperature

تعتمد معظم العمليات الفسيولوجية على الحرارة وتزداد سرعة العمليات الحيوية مع زيادة درجة الحرارة حتى تصل إلى درجة الحرارة المثلى وخارج هذه الدرجة يحدث تأخر في معدل العمليات المختلفة.

### علاقة الحرارة بالنمو النباتي

- أ- العمل الأساسي للحرارة هو التحكم في معدل العمليات الفسيولوجية والتكوين العام للنبات.
- ب- تؤثر الحرارة على نواتج عمليات التمثيل الضوئي للأشجار التي تنمو في مناطق شديدة البرودة تكون كمية واقرة من عديدات التسكر.
- ج- كل نوع له حلقة نمو تكون ثابتة في طبيعتها ولها حدود حرارية ودرجة حرارة مثلى.
- د- لا يوجد جزء من سطح الأرض حار جداً أو بارد جداً بحيث لا يسمح بنمو بعض أشكال أو صور النباتات الحية.
- هـ- درجات الحرارة المثلى للنباتات الشمسية تتراوح نهاراً من ٥٠-٨٥°ف، أما النباتات الظلية فهي ٦٠°ف أو أقل.

### درجات الحرارة والنمو النباتي

توجد عدة طرق لربط درجة الحرارة بالنمو النباتي وللنطاق البيئي للنوع وأهم هذه الطرق:

- أ- المجموع الحراري: وهذا يأخذ في الاعتبار مجموع متوسط درجات الحرارة النهارية فوق الصفر المئوي (أو الحيوي ٤١°ف) خلال فترة حياة النبات.

ب- الدلائل الأسية : وهذه تعتمد على أن معدل أي تفاعل حيوي بالنبات يتضاعف مع زيادة درجة الحرارة  $10^{\circ}\text{C}$  أو  $18^{\circ}\text{C}$  تبعاً قاعدة فانت هوف ويلاحظ أن هذا يمكن تطبيقه حتى درجة الحرارة المثلى لأن السيولازم يتأثر فوق هذه الدرجة ويمكن حساب دليل التفاعل كالاتي:

$$\text{معدل التفاعل} = n \quad \text{درجة الحرارة } (^{\circ}\text{C}) - p$$

والمجموع الحراري هو أكثر إستيعاباً لإسهولة تطبيقه وإرتباطه بطول موسم نمو النبات.

### الاختلافات الحرارية بالأرض:

تختلف التوزيعات الحرارية بالمناطق المختلفة ويتقسم إلى:

#### ١- مناطق خطوط العرض:

- أ- يتميز المناخ الاستوائي بوجود تغيرات حرارية صغيرة جداً في حدود  $(1-2^{\circ}\text{C})$ .
- ب- يتميز المناخ المداري بوجود نطاق سنوي صغير من درجات الحرارة (حوالي  $10^{\circ}\text{C}$ ) وهي غالباً ما تتأثر بشدة بفترة سقوط الأمطار.
- ج- يتميز المناطق المعتدلة بوجود ٤ فصول واختلافات واسعة في درجات الحرارة (حوالي  $30^{\circ}\text{C}$ ).
- د- يتميز المناخ القطبي بالليل الطويل ونطاق حراري متسع للغاية ( $70^{\circ}\text{C}$ ).
- هـ- يحدث انخفاض في درجة الحرارة كلما اتجهنا من خط الاستواء حتى القطبين.

#### ٢- الفرق والبعد بين المصالح المائية:

يتميز المناخ القاري بأن الاختلافات اليومية والسنوية نطاقها أوسع من المناطق الساحلية لنفس خطوط العرض.

### ٢- المناخ الجبلي:

- أ- تنخفض درجة الحرارة  $^{\circ}\text{C}$  ١ لكل ارتفاع قدره ١٠٠٠ قدم عن سطح الأرض.
- ب- تقل التغيرات الحرارية النهارية مع زيادة الارتفاع عن سطح البحر.
- ج- يبدأ موسم النمو عادة متأخراً بمدة أسبوعين وينتهي مبكراً بحوالي ١٠ أيام لكل زيادة في الارتفاع قدرها ١٠٠٠ قدم عن سطح البحر.

### ٤- الإحدر والتعرض:

الأسطح المعرضة للجنوب تكون أكثر دفئاً من المعرضة للشمال خاصة بالقرب من سطح الأرض وفي طبقة التربة العليا.

### تأثير الغابة على درجة حرارة الهواء تحت التاج

يغير وجود الغابة من درجات الحرارة تحت التاج وهذا التغير بصفة عامة هو خفض في درجة الحرارة القصوى وزيادة درجة الحرارة الدنيا ولو أنه ليس من الضروري أن تختلف درجة حرارة الغابة في الشتاء بدرجة كبيرة عن الأماكن المفتوحة ولكن يكون داخل الغابة أبرد من خارجها في فصل الصيف خاصة في الغابات الكثيفة الظليلة وذلك في المناطق المعتدلة الباردة. وقد نشرت نتائج الدراسات العوامل المؤثرة على ذلك في دراسة على ثلاثة أنواع من الغابات وجد أن الـ *Scots pine* تأثيره بسيط على خفض درجة الحرارة في الصيف داخل الغابة وليس له أي

تأثير غالباً في الشتاء بينما وجد أن الـ Norway spruce يخفض درجة الحرارة داخل التاج ويرفعها في فصل الشتاء لما الـ Beech فهو أكثر الأنواع فاعلية في خفض درجة الحرارة خلال فصل الصيف.

وبناء على ذلك وجد أن العوامل الطبيعية المؤثرة على خفض أو زيادة درجة الحرارة أسفل التاج غير كافية لتفسير سلوك الأنواع المختلفة. فمن المعروف أن الغطاء التاجي يقلل من الإشعاع الشمسي الذي يصل أسفل التاج ويخفض من درجة الحرارة ولكن في نفس الوقت يعمل التاج على تقليل حركة الهواء أسفله ويمنع فقد الإشعاع الناتج من سطح الأرض إلى المنطقة أسفل التاج وهذا لا يمكن من تفسير خفض الـ Beech درجة الحرارة صيفاً أكثر من الـ Norway spruce والـ Scots pine. وقد وجد أن العامل الأساسي المؤثر على خفض درجة الحرارة هو عامل فيسيولوجي وليس عامل طبيعي وهو النتح لما له من تأثير مبرد فالأنواع التي تتفتح أكثر ستكون أكثر قدرة على خفض درجة الحرارة أسفل التاج عن الأنواع الأقل نتحاً وقد وجد من التجارب أن الـ Beech كان معدل النتح به أكبر ما يمكن وأن الـ Scots pine كان أقل ما يمكن. أما الـ Norway spruce فكان وسط بينهما.

### ٣- الرياح Wind

للرياح تأثير على نمو الغابات وتوزيع الأنواع بها نتيجة لما يلي:

١- تحدد الرياح وحركة الهواء إلى حد كبير النتح من الأوراق نتيجة إزالة الطبقات الهوائية المشبعة من على سطح الورقة باستمرار وزيادة التبادل بين الهواء الجوي والهواء داخل الثغور وهذا له تأثير على احتياجات النبات المائية بالإضافة إلى تبريد الأوراق.

ب- تؤدي حركة الهواء إلى دخول ثاني أكسيد الكربون الموجود في الهواء إلى داخل الورقة مما يشجع التمثيل الضوئي. كما أنها تؤدي أحيانا إلى دخول المواد الملوثة الموجودة بالجو إلى الأوراق مما يؤدي إلى ضرر للغابة أو تغطيتها كلية.

ج- هبوب الرياح من جانب واحد لها تأثير على شكل التاج وحجمه ويؤدي الانحناء نتيجة الرياح إلى تكوين جذوع قصيرة وإلى زيادة نحافة الأشجار كما يؤثر على نوعية الخشب.

د- يؤثر الانحناء نتيجة الرياح على شكل الشجرة ويؤدي إلى تكوين جذوع قصيرة وإلى زيادة نحافة الأشجار كما يؤثر على نوعية الخشب.

هـ- تؤدي الرياح إلى أضرار مختلفة للجذور مثل الكسر والتمزق واحتكاكها بالصخور مما يؤدي إلى دخول فطريات الفن وغيرها للجذور كما تعتبر الرياح عاملا أساسيا في كسر الجذوع واقتلاع الأشجار وموتها.

و- الرياح عامل ضروري لإنتشار حبوب اللقاح في بعض الأنواع الشجرية.

وتستند حركة الهواء في منطقة الغابة إلى مدى كبير بالسطوح الخارجية لمجموعة الأشجار حيث تنخفض سرعة الرياح بإنخفاض الارتفاع فوق التيجان نتيجة الاحتكاك وتصبح منخفضة بدرجة كبيرة واضحة من أسفل التاج باستثناء الغابات التي تكون فيها المنطقة السفلى خالية من الأترع حيث تكون سرعة الرياح في هذه المنطقة أعلا صا في منطقة التاج أو بالقرب من سطح الأرض.

تأثير الأنواع المتساوية على خفض سرعة الرياح أقل بكثير من الأنواع المستقيمة في فترة التساقط كما يتوقف مقدار الخفض على كثافة تاج الأشجار وكثافة المجموعة الشجرية

و من الناحية البيولوجية تؤثر الرياح على البخرنتع فعند تعرض النبات للرياح يحدث نقص في المحتوى المائي للأوراق. ويظهر التأثير التجفيفي للرياح بوضوح في الأشجار الصغيرة .

وتأثير الرياح يظهر أكثر مع الأنواع ذات الجذور السطحية لو ذات الأراضي الخفيفة  
لوالفة.

#### ٤- الضباب والندى

ويعتبر الندى والضباب ذات أهمية واضحة بالنسبة لتوزيع ونمو الغابات بالرغم  
من أن ميكانية ومدى هذا التأثير من الصعب إيضاحه بتجارب دقيقة. يؤدي وجود  
الضباب إلى خفض النتج وتكثف الرطوبة على الأشجار وفي المناطق الجافة تتكثف  
كميات ملحوظة من الرطوبة على الأشجار في الليالي التي يتكون بها الندى.

#### تأثير مجموعات الأشجار الخشبية على عامل الماء

تؤثر الأشجار على دورة الماء بين الجو والأرض فعند سقوط الأمطار أو ثوبان  
الجليد يتمرب جزء إلى باطن الأرض ويفقد بالبخر أو يتبقى في قطاع الأرض وقد  
يتحرك جزء منه تحت تأثير الجاذبية حتى يصل الماء الأرضي وفي حالة الأمطار  
الغزيرة يفقد جزء بواسطة الجريان السطحي. بينما في مناطق الغابات نجد أن جزء  
من المطر يصل لأرض الغابة وجزء يحتجز بواسطة تيجان الأشجار والجزء الذي  
يصل لأرض الغابة يتخلل قطاع الأرض ويفقد عن طريق البخر أو النتج بواسطة  
الأشجار أو يتحرك جزء منه حتى يصل إلى الماء الأرضي كذلك إذا كانت كمية  
الجزء الواصل إلى أرض الغابة كبيرة قد يحدث جريان سطحي لجزء منه. بالنسبة  
للجزء المحتجز قد يسقط جزء منه على الأرض مرة أخرى عن طريق السيقان أو على  
هيئة قطرات كبيرة تسقط من على الأوراق ويتبخر جزء.

يؤثر نوع الغابة في كمية المياه المحتجزة بواسطة التيجان فالأنواع مستديمة  
الخضرة تحجز كمية أكبر عن الأنواع متساقطة الأوراق. أيضا تحجز الأنواع

متساقطة الأوراق كمية أكبر عندما يكون بها أوراق في فصل الصيف عنها في فصل الشتاء.

في مناطق البحر المتوسط تسقط الأمطار في أثناء فترة سقوط الأوراق وعلى ذلك تكون قدرة الغابات المتساقطة الأوراق على حجز الماء بسيطة بعكس الغابات الموجودة في وسط أوروبا حيث تسقط الأمطار في فصل الصيف و تكون الأشجار في أقصى قدرتها على حجز الماء بواسطة التيجان.

كذلك تتناسب الكمية المحجوزة بواسطة تيجان الأشجار عكسياً مع شدة الأمطار. يجب معرفة أن الأمطار الأقل من ٢مم قد تحتجز كلية بواسطة الناتج وكلما زادت كمية المطر الساقطة في المرة الواحدة أو في وحدة الزمن كلما قلت نسبة الماء المحتجز.

وتختلف النسبة المحجوزة تبعاً للنوع وكثافة وصر المجموعة الشجرية وتبعاً لقرّب أجهزة قياس المطر من السيقان وكذلك تبعاً للتيجان والفتحات الموجودة بالتاج.

### تغير الغابات على البخرنتح

البخر نتح فقد الماء من الأرض وأوراق النبات إلى الجو وفي حالة الغابات يقصد بالبخر فقد الماء من الأرض أو المادة العضوية أو من الماء المحتجز بواسطة التيجان. يرجع الفقد في الغابات الكثيفة أساساً إلى النتح بينما في الغابات المفتوحة يكون البخر نسبة لا بأس بها. و نتيجة امتصاص الغابات الكبير للطاقة فإن النتح بها أكثر من الأشكال الخضرية الأخرى، كما أن امتداد الجذور له دور في زيادة البخرنتح في الغابات عن مناطق الضائش وأيضاً بين الغابات وبعضها وهناك تحورات مختلفة للنباتات لمواجهة النقص في الماء خلال مواسم النمو، ومن الوسائل التي تتخذها النباتات هو وجود قشرة مسيكة وطبقة شمعية خارجية على الورقة مما يقلل فقد الماء

عن طريق البشرة ويساعد على خلق الثغور وزيادة عكس الورقة للأشعة وبالتالي تقليل درجة حرارتها.

كذلك من الوسائل التي تتخذها النباتات لتقليل النتح خفض المساحة السطحية للأوراق مع نقص كمية الماء. وقد وجد في الدراسات التي أجريت على غابات الـ *sitka spruce* أن المساحة الورقية لها بالمناطق الرطبة كانت  $2.38 \text{ م}^2$  من الأوراق/  $2 \text{ م}^2$  من الأرض وهذه كانت حوالي خمس مرات أكثرها في الأنواع الجافة مثل الـ *Juniper*  $2.27 \text{ م}^2$  من الأرض وحتى في الغابات النقية تزداد المساحة الورقية كلما اتجهنا من البيئات الجافة إلى البيئات الرطبة الباردة.

#### ٥- الحرائق

تؤثر الحرائق على عدد كبير من الغابات وتعتبر الحرائق عامل طبيعي وبيئي هام

له تأثير من عدة نواحي تشمل الآتي:

أ- الخواص الطبيعية والكيميائية للمواقع.

ب- تجمع المادة العضوية.

جـ - الأنواع الموجودة وتكيفها واستقرارها وتركيبها وتنوعها مما يؤثر على المجموعة خاصة عملية التعاقب.

د- بيئة الحيوانات البرية وأعدادها.

هـ - وجود الحشرات والكائنات المتطفلة والفطريات وأعدادها.

#### أنواع الحرائق:

تنتج الحرائق غالباً من البرق الذي يسبب حوالي ٥٠٠٠٠ حريق في العام بالمناطق السيرية ، ويعتبر الإنسان ذو تأثير كبير في حدوث الحرائق. وتقسم الحرائق بالغابات إلى ثلاثة أنواع تبعاً لمنطقة الاشتعال وهي:

### الحرائق الأرضية

وهذه تنشأ من الحرائق السطحية نتيجة تحركها وحث حريق بطبقة المادة العضوية السمكية التي توجد فوق الأرض المعدنية ويحدث الاحتراق تحت السطح وهذه الحرائق ليس لها لهب وتسبب موت معظم النباتات التي تتواجد جذورها في طبقة المادة العضوية ويحدث الاحتراق في هذا النوع من الحرائق ببطء وينتج كمية كبيرة من الحرارة وفي وجود مادة عضوية مبتلة فإن الحرارة الناتجة من المناطق المحترقة تسبب جفاف المناطق المجاورة ويستهلكها في الحريق وهذا النوع من الحرائق يستمر فترة طويلة وتعمل كمصدر لاشتعال الحرائق السطحية.

### الحرائق السطحية

وهي تحدث في المنطقة العضوية الموجودة فوق أرض الغابة وتسبب إستهلاك المادة العضوية وتؤدي إلى حرق النباتات العشبية والشجيرات وقواعد الأشجار و أحيانا قممها ويتوقف الموت أو الضرر على كثافة الحريق وعمر الأشجار وطبيعة جذورها فالصنوبريات الصغيرة تموت من الحرائق السطحية بينما الأشجار المسنة تتحمل لوجود قلف سميك يحمي الكامبيوم من الحرارة كما يتوقف على ارتفاع تاج للشجرة فوق مستوى اللهب. والأنواع ذات الجذور السطحية أكثر عرضة للضرر عن الأنواع ذات الجذور العميقة. وهذا النوع من الحرائق يقتل البادرات الصغيرة لكل الأنواع وكذلك الأشجار الكبيرة لمعظم الأنواع الغير مقاومة للحريق تختلف الأنواع المقاومة للحرائق السطحية في درجة تحملها وقد ترجع لدرجة التحمل إلى عدم تعرض الجذور للضرر ومقاومة التاج للغازات الساخنة الناتجة من الحريق أكثر من وجود القلف السميك الذي يحمي الكامبيوم من ضرر الحرارة.

### حرائق النيجان:

وهذا النوع يحدث عندما تسبب الرياح كلف المواد المشتعلة من الحرائق السطحية على نيجان الأشجار مما يسبب إشتعالها وتأخذ النيران في الانتقال من تاج إلى آخر خاصة في المجموعات الكثيفة المتجانسة العمر حيث تموت معظم الأشجار التي في طريقها. والمخروطيات أكثر عرضة للحرائق الناتجة نظرا لسهولة اشتعال أوراقها ووجودها أكثر في مجموعات نقية وهذا النوع من الحرائق قد يحدث حرائق سطحية في مناطق أبعد منه نتيجة كلف القطع المشتعلة بعيدا عن المنطقة.

### مقاومة الأنواع:

توجد عدة صفات تجعل الأنواع مقاومة أو ملائمة للحرائق ويمكن تقسيم الأنواع

تبعاً لقدرتها على مقاومة الحرائق إلى:

أ- أنواع تمنع حدوث ضرر من الحرائق.

ب- أنواع تتكثف مرة أخرى بعد الحريق.

ج- أنواع تحتل الموقع بعد الحريق.

د- أنواع تشجع حدوث الحرائق.

### الصفات التي تمنع حدوث ضرر من الحرائق:

أ- وجود كلف سميك كما في الصنوبريات والبلوط وكثير من المخروطيات.

ب - وجود مرحلة تشبه البادرات فيها الحشائش Grass-stage كما هو الحال في الـ

Long leaf pine حيث تظهر البادرات على هيئة خصل من الحشائش تستمر ٦

سنوات وقد تصل إلى ١٢ سنة وهي تتميز بوجود جذر صيق البادرات وتقوم

الأوراق الكثيفة الموجودة حول البرعم الطرفي بحمايته من الحريق وكلما احترقت

الأوراق تكونت أوراق جديدة بدلا منها وبعد هذه المرحلة ينمو الساق و يرتفع بسرعة فوق مستوى الحرائق السطحية.

جـ — وجود جذور عميقة أو وكدية في الأشجار الصغيرة كما في بعض أنواع البلوط والـ *hickories* -د- النمو السريع في المرحلة الشبابية حيث ترتفع التيجان بسرعة عن المنطقة السطحية التي تحدث بها الحرائق.

هـ — وجود تغطيات بقاعدة الساق تحمي البراعم الساكنة من خطر الحرائق كما هو الحال في معظم أنواع الصنوبر الجامدة مثل الـ *pitch pine* و الـ *shortleaf pine*.

طبيعة التفريع ومدى حدوث التقلب الطبيعي فالأنواع التي يحدث بها تقلب طبيعي بسرعة مثل الـ *larches* والصنوبريات أكثر مقاومة للحرائق عن الأنواع البطيئة التقلب الطبيعي مثل الـ *hemlocks* والـ *true firs* وأيضا الأنواع التي بها أفرع متكدية أكثر عرضة للحرائق.

و- وطبيعة الموقع فالمواقع المفتوحة تقلل من احتمال الحرائق كما تعطي مادة جافة أقل على الأرض.

ز- أن تكون الأوراق الحية غير سهلة الاشتعال فمعظم أوراق ذوات الورق العريض أقل نسي اشتعالها عن المخروطيات كما نجد أيضا في المخروطيات أن *larches* بها مواد قابلة للاشتعال بالأوراق أقل من الصنوبريات والدوجلاس فير.

ح - سرعة تحلل الأوراق حيث تقلل من تجمع للمادة العضوية وفرصة اشتعالها ونقل الحرائق بواسطتها كما هو الحال بالنسبة للـ *sugar maple*.

### التكشاف بعد حدوث الحرائق

وهذا يتم عن طريق الفروع الجديدة التي تنشأ بعد حدوث الحرائق مثل قواعد السيقان وهذا يحدث في معظم مغطاة البذور بينما يكون نابرا بالمخروطيات باستثناء الصنوبريات الجامدة مثل الـ *pitch & shortleaf pines* حيث تنتج الأفرع من

البراعم الساكنة الموجودة في أباط الأوراق الموجودة أسفل الساق كما تنشا من الجذور في بعض أنواع الحور والـ sweet gum أو اللريزومات كما وبعض الشجيرات أيضا قد تنشا من الترقيدات.

### احتلال المواقع:

وهذا يحدث نتيجة:

أ- الإنتاج المبكر للبذور حيث تساعد على تكاثر النوع بالموقع خاصة المواقع التي تحدث بها الحرائق على فترات متقاربة ومثل ذلك الـ lodgepole pine و pitch pine.

ب- إنتاج بذور خفيفة سهلة الحمل بواسطة الرياح يمكنها أن تنتقل مسافة كبيرة من المناطق الغير محترقة إلى المناطق المحترقة مثل الـ trembling aspen حيث يلتجئ بذورا خفيفة زغبية تنتقل لمسافات بعيدة وتحتل المواقع المحترقة.

ج- عدم تفتح المخاريط كما في كثير من الصنوبريات مثل lodgepole pine, jack pine, pitch pine وهذا قد تستمر ١٠-٢٥ سنة على الشجرة محتفظة بحيويتها وتتفتح نتيجة الجفاف الشديد لها حيث تكون حراشيفها مرتبطة مع بعضها بواسطة راتنجات Resins تنوب عند درجة حرارة أعلا من ٤٥° م وقد وجد أن مخاريط هذه الأنواع يمكنها تحمل حرارة حتى ٩٥٠° م لمدة ٣٠ ثانية بدون فقد حيوية البذور.

د - عدم وجود دور سكون بالبذور حيث تثبت بعد سقوط أي أمطار عقب الحريق كما في بعض الأنواع المذكورة سابقا.

هـ - الإنبات نتيجة الحرارة فبعض الأنواع ذات القصرة الصلدة مثل أجناس Rhus, Ceanothus, Arctostaphylos تظل ساكنة بالتربة وتثبت نتيجة الحرائق التي تؤدي إلى تشقق اغطية البذور.

## تشجيع الحرائق:

الصفات التي تزيد احتمال الحرائق هي:

- أ- وجود مواد قابلة للاشتعال بالأوراق والقلف. فأوراق الصنوبريات وكثير من المخروطيات بها مواد سهلة الاشتعال مما يؤدي وحثوث الحرائق السطحية وكذلك الأنواع التي بها قلف سهل الاشتعال مثل بعض أنواع الكافور والـ paper birch.
- ب- بقاء الأوراق الجافة على التاج يشجع الحرائق التاجية كما هو الحال في الـ red cedar وأشجار البلوط الصغيرة العمر.

جـ - قصر الأنواع: حيث يكون التاج على مسافة بسيطة من الأرض مما يمكن من انتقال الحرائق السطحية إلى التيجان وهذا يشمل كل الأنواع الصغيرة العمر والبطيئة النمو ذات الأوراق القابلة للاشتعال مثل الـ jack pine .

والحرائق لها تأثير مباشر وغير مباشر على الموقع، والتأثير المباشر يشمل لهترق المادة العضوية ورفع درجة الحرارة وتسخين الطبقة السطحية من التربة وانطلاق ثاني أكسيد الكربون والغازات النتروجينية إلى الجو وترسب العناصر المعدنية في صورة رماد مما يقلل من حموضة الأرض ويزيد من نسبة للقواعد بها بينما يقلل من النتروجين الكلي.

يؤثر زيادة درجة حرارة الطبقة السطحية على نشاط الأحياء الدقيقة حيث يزداد نشاط البكتريا بعد الحريق لانخفاض الحموضة بينما يقل معدل إختراق الماء للأرض نتيجة انضغاط سطح التربة ورغم أن الحرارة لها تأثير مباشر على الأرض من عدة نواحي فإن للتأثير الكلي لا يغير من جودة الموقع بدرجة ملحوظة لأي فترة من الوقت.

لما التأثير الغير مباشر في موت كل الغطاء النباتي مما يؤدي إلى تغيير صلابة السعاقب حيث يمكن للأشجار المحبة للضوء والموجودة بالمناطق المجاورة أن

تغزو المنطقة كما أن الأنواع التي لها جذور وتدية عميقة والتي لها القدرة على إنتاج فروع جديدة سوف تزداد بعد الحرائق.

## ٦- البرق Lightning

للبرق دور مهم في القضاء على كثير من الأشجار بطريقة مباشرة أو غير مباشرة وكذلك في إشعال الحرائق وتتلوح تأثيرات البرق من عدم وجود أي ضرر إلى انفصال القلف أو تحول الشجرة إلى شرائح كما أنها أحياناً تقتل الأغصان مسببة موت جزئي للنبات يعرف بالموت القمي للنبات. كما قد يؤدي إلى وجود شقوق أو حفر عند قواعد الأشجار تؤدي إلى ضرر أو موت الجذور. أحياناً تؤدي الصاعقة إلى موت عدة مئات من الأشجار.

وتختلف الأنواع في مدى الضرر الذي يحدث لها من البرق فمثلاً خشب البلوط به محتوى مائي عالي مما يعطي فرصة لحدوث ضرر له من البرق كما أن وجود قلف ناعم بالزنان يكون عادة مبدئ أثناء العواصف الرعدية يؤدي إلى انتقال معظم للشحنة الكهربائية خلال تيار الماء الموجودة خارج القلف وتقليل الضرر الذي يحدث للأشجار. للبرق تأثيرات غير مباشرة حيث يؤدي إلى إشعال الحرائق وزيادة قابليتها للإصابة بالحشرات والأمراض والاختلاج بواسطة الرياح، فاشجار المخروطيات التي تضار بالبرق تجذب خنافس القلف التي تنتقل من الشجرة المصابة إلى الشجرة السليمة المجاورة كما أن للجروح التي يحدثها البرق بالأشجار تكون أماكن لانتقال كثير من الأمراض.

في نفس الوقت فإن البرق يؤدي إلى تحول بعض نتروجين الهواء الجوي إلى أكاسيد نتروجين وبالتالي إلى وجود نتروجين في صورة متاحة للنبات.

### أراضي الغابات Forest soil

تختلف أراضي الغابات عن أراضي المحاصيل العادية من عدة نواحي فمحتوى المادة العضوية في أراضي الغابات خصوصاً في الطبقة السطحية أعلا منه عن أراضي المحاصيل كما إن إستهلاك العناصر الغذائية في أراضي الغابات أقل وإضافتها أكثر. وللمكونات الحيوية دور أكثر أهمية في أراضي الغابات .

### المادة العضوية في أراضي الغابات

تؤثر المادة العضوية على الصفات الطبيعية والكيميائية والحيوية لأراضي الغابات مثل السفلانيقو خواص الأرض المائية و التهوية و مدى اختراق الجذور للأرض. بالإضافة إلى تأثير المادة العضوية المنظم كمادة عروية. أما للتأثيرات الحيوية فتشمل استخدام المادة العضوية كمصدر للطاقة بواسطة الأحياء الأرضية كما أنها تعتبر مصدر للعناصر الغذائية نتيجة تحللها واستخدام العناصر المعدنية مرة أخرى.

### مصدر المادة العضوية في أراضي الغابات

تنتج المادة العضوية في أراضي الغابات من بقايا كلا من النبات والحيوان. المصدر الأساسي للمادة العضوية هو الأوراق والفروع والجذور و الثمار والقلف بالإضافة للأعشاب الموجودة في أرض الغابة تحت التيجان. وتكون الكائنات الحية الدقيقة نباتية و حيوانية جزء بسيط من المادة العضوية. وتختلف كمية المادة العضوية بدرجة بسيطة في الأنواع المختلفة تحت نفس الظروف البيئية لو في نفس المنطقة. وعلى ذلك فإن الأنواع لا تتحكم في كمية المادة العضوية ولكن تؤثر الظروف البيئية على كمية المادة العضوية أكبر كمية من المادة العضوية تضاف لأرض الغابة خلال عمليات الخف و التقليم و عملية القطع النهائي.

## التركيب الكيميائي للأجزاء النباتية الطازجة

تتكون الأجزاء النباتية من عدد كبير من المركبات التتروجينية والغير تتروجينية ويختلف التركيب حسب:

١- أجزاء النبات ٢- العمر ٣- النوع النباتي

قد قسم Waksman المواد النباتية التي تسقط على أرض الغابة إلى:

أ- سكريات أو نشويات أو كربوهيدرات بسيطة معظمها قابل للتويمان في الماء البارد أو الساخن.

ب- للسكريات الخماسية والمركبات الخماسية مثل Pentose والمواد البكتينية وأي مواد هيمسيليوزية وهذه تتحلل بواسطة الأحماض المخففة.

ج- السيليوز الحقيقي.

د- النجدين والمركبات التانينية.

هـ- لدهون والشموع والزيوت.

و- البروتينات والأحماض الأمينية.

ز- المكونات المعدنية: وهذه تختلف تبعاً للنوع وتبعاً لأجزاء الشجرة وكبر كمية منها توجد بالأوراق ولعل كمية في سيليوز والنجين الأخشاب.

## تركيب المادة العضوية:

يعتبر Wallerius (١٧٦١) أول من عرف الدبال على أنه يتكون أثناء تحلل البقايا النباتية وأن له قدرة امتصاصية عالية للماء والعناصر واعتقد أنه غذاء للنبات.

بعد ذلك وجد Lomonosov أن الأراضي السوداء اللون هي الأراضي التي بها دبال يتكون من بقايا الحيوانات والنباتات وقد تمكن Brazilius من عزل المواد الدبالية ووجد أن هذه المواد لها مقدرة على تكوين مركبات مع أملاح الحديد وسمى هذه المركبات بأسماء الأحماض المختلفة ووجد المجموعتين التاليتين:

### 1- Crenic acid 2- Apocrenic acid

وجود ان الـ Apocrenic acid يعتبر ناتج أكسدة الـ Crenic acid .  
بعد ذلك قسم Mulder للمواد الدبالية تبعاً للونها وذوبانها في الماء والمحاليل القلوية إلى ٣ مجاميع .

### 1- Ulmin and Humin

وهذه المجموعة لا تذوب في القلويات وتذوب في الماء .

### 2- Ulmic acid and humic acid

وقد ميز بينهما على أساس اللون . Ulmic acid بني والـ Humic acid أسود  
وميز هذه المجموعة عن العابقة بالنويان في القلويات .

### 3- Crenic acid and apocrenic acid

وهذه تذوب في القلويات وفي الماء والأحماض

واعتقد أن المواد الدبالية الأخرى الموجودة في اللجنين مثل حمض الفورميك وحمض الخليك وحمض السيبيوتريك تتواجد أيضاً في الأرض على الرغم من أنها تتولد أكثر في الدبال:

بعد ذلك بدأ العلماء في دراسة خاصية كل مركب من مركبات الدبال هذه المركبات

Oden قسم المواد الدبالية إلى ما يلي:

### 1-Humus Coal

وهو يشبه المواد الناتجة من التقطير الإتلافي للخشب وهو غير قابل للذوبان في الماء  
أو القلويات ولكن ينتفخ بالقلويات ولونه أسود.

### 2-Humic acid

وهذا يكون معلقاً في الماء ويذوب في القلويات لونه بني ولكن

### 3-Hematomelanic acid

# المحتويات

٥	مقدمه
	الباب الأول
٩	الفصل الأول: الغابة تعريفها ونشأتها
١١	- توزيع الغابات بالعالم
١٣	- الاستهلاك العالمى من الأخشاب
١٦	- الغابات والزراعات الحرجية بالعالم العربى
١٨	- علم الغابات
٢٣	- أنواع الغابات فوائد الغابات
٢٩	- فوائد الغابات
	الفصل الثانى: العوامل المحددة لانتشار وأهمية الأنواع
	الباب الثانى: قطع وإكثار الغابات الطبيعية
٤١	- الطرق الخضرية
٤٣	- الطرق البذرية
٤٧	- طريقة الشجرة البذرية
٥٢	- طريقة الغابة الواقية
٥٨	- طريقة الاختيار
	الباب الثالث: العمليات الأساسية التى تجرى على مجموعات
٦٣	الأشجار الخشبية
٦٣	- عملية الخف
٦٦	- الخف المنخفض
٦٧	- الخف التاجى
٧٠	- الخف الاختيارى
٧٣	- الخف الميكانيكى
٧٥	- الخف الحر
٧٦	- التقليم
٧٧	- التقليم الطبيعى
٧٩	- التقليم الصناعى

٨٥	الباب الرابع: قياسات الأشجار
٨٦	- قياس الأقطار
٩١	- قياس الأطوال
٩٩	- تقدير الأحجام
١٠٣	- جداول الأحجام
١٠٤	- طرق تقدير معامل الشكل
١٠٥	- قواعد الكتلة تقدير الأعمار
١٠٧	- تقدير الأعمار

١١١	الباب الخامس: زراعات الحماية البيئية
١١٣	- مصدات الرياح والأحزمة الخضراء
١١٣	- أنواع مصدات الرياح
١٢٥	- التأثيرات البيئية لمصدات الرياح

١٣٩	الباب السادس: النمو في الأشجار
١٤١	- النمو الأولي والثانوي في الأشجار
١٤٧	- فسيولوجيا النمو في الساق
١٥٠	- الكامبيوم الوعائي
١٦٦	- الكامبيوم القلبي

١٦٩	الباب السابع: تأثيرات الأشجار
١٧١	- عوامل المناخ
١٧١	- الضوء
١٧٦	- الحرارة
١٧٩	- الرياح
١٨١	- البخار نتح
١٨٣	- الحرائق
١٨٩	- البرق
١٩٠	- أراضي الغابات



# جمال الدين

الناشر  
بستان المعرفة  
لطبع ونشر وتوزيع الكتب  
كفر الدوار - الحدائق ٤٥/٢٢٤٢٢٨



 Bibliotheca Alexandrina



0352877